

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)
" 30 " 05 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация технологических процессов

Направление подготовки (специальность)

19.04.02 – Продукты питания из растительного сырья
(шифр и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль)

Энерго- и ресурсосберегающие технологии переработки маслосодержащего сырья

Квалификация выпускника

Магистр

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере применения технологий комплексной переработки растительного сырья для производства полуфабрикатов и готовой продукции различного назначения).

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- научно-исследовательский;
- технологический;
- организационно-управленческий;
- проектный.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 19.04.02 Продукты питания из растительного сырья.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-4	Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения	ИД-1 _{ОПК-4} – Применяет методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях
ИД-2 _{ОПК-4} – Применяет специализированные программные и информационные продукты для решения профессиональных задач			

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{ОПК-4} – Применяет методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях	Знает: методы моделирования и проектирования технологических процессов, методики по разработке объектов для проектирования, совершенствования и оптимизации действующих предприятий отрасли
	Умеет: использовать методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях на базе стандартных пакетов прикладных программ
	Владеет: современными методами моделирования и проектирования, позволяющих исследовать и оптимизировать параметры технологического процесса производства и улучшать качество продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях
ИД-2 _{ОПК-4} – Применяет специализированные программные и информационные продукты для ре-	Знает: специализированные программные продукты; основы информационных технологий; методику проведения презентаций.
	Умеет: использовать специализированные программные и ин-

шения профессиональных задач	формационные продукты для проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения
	Владеет: навыками анализа технологических процессов производства продукции различного назначения с применением специализированных программных продуктов.

3. Место дисциплины в структуре ООП ВО/СПО

Дисциплина относится к *обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений/ части, формируемой участниками образовательных отношений – дисциплины по выбору/ части, формируемой участниками образовательных отношений – элективные дисциплины (курсы) по физической культуре и спорту/ части, формируемой участниками образовательных отношений - факультативы* Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной/ не обязательной (*выбрать*) к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин:

Современные проблемы производства продуктов питания;
 Принципы энерго- и ресурсосбережения в сахарном производстве;
 Новые подходы в проектировании предприятий масложировой отрасли;
 Инновации в сфере технологий хлебобулочных и кондитерских изделий;
 Теоретические и практические подходы к созданию функциональных продуктов питания.

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин:

Производственная практика, проектно-технологическая практика;
 Производственная практика, организационно-управленческая практика;
 Производственная практика, преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа;
 Государственная итоговая аттестация;
 Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		№ 1
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:	98,5	98,5
Лекции	48	48
в том числе в форме практической подготовки		
Лабораторные работы (ЛБ)	48	48
в том числе в форме практической подготовки		
Консультации текущие	2,3	2,3
Вид аттестации (зачет)	0,2	0,2
Самостоятельная работа:	45,5	45,5
Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач)	31,0	31,0
Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование)	3,7	3,7
Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач)	2,5	2,5

Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	5,0	5,0
Разработка математических моделей (тестирование, собеседование, решение задач)	3,3	3,3

5 Содержание дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов», структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов»

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, акад. ч
1	Общие сведения о моделировании технологических процессов	Основные понятия моделирования. Типы моделей. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах.	8,98
2	Оценка числовых характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных	Основные этапы и задачи статистической обработки экспериментальных данных. Дискретные и непрерывные распределения. Проверка закона распределения наблюдений. Выявление аномальных наблюдений в одномерных выборках. Выявление аномальных наблюдений в совокупности связанных величин.	15,71
3	Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	Основные задачи анализа технологических процессов. Уровень значимости и доверительная вероятность. Статистические критерии. Задача сравнения двух дисперсий. Задача сравнения двух средних арифметических значений. Проверка эмпирического распределения	24,87
4	Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ Корреляционный и регрессионный анализ	Формы связи двух величин. Методы аналитического выражения связи. Однофакторная линейная регрессия. Корреляция. Множественная линейная регрессия. Криволинейная регрессия. Сериальная корреляция. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Метод наименьших квадратов	20,4
5	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирования эксперимента	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация уравнения регрессии. Планирование второго порядка (ОЦКП и ЦКРП). Каноническая форма уравнения регрессии.	39,5
6	Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	Общая постановка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. Аналитические методы оптимизации. Поискные методы оптимизации.	18,78
7	Применение стандартных пакетов прикладных программ	Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования и оптимизации технологических процессов (Matlab-Simulink, Mathcad, Maple, Statistica, Mathematica)	13,26
		<i>Консультации текущие</i>	2,3
		<i>Зачет</i>	0,2

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ, ак. ч	ЛБ, ак. ч	СРО, ак. ч
1	Общие сведения о моделировании технологических процессов	2	-	4	2,98
2	Оценка числовых характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных	6	-	4	5,71
3	Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	8	-	10	6,87
4	Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ Корреляционный и регрессионный анализ	8	-	6	6,4
5	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирования эксперимента	14	-	14	11,5
6	Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	6	-	5	7,78

7	Применение стандартных пакетов прикладных программ	4	-	5	4,26
	<i>Консультации текущие</i>				2,3
	<i>Зачет</i>				0,2

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Общие сведения о моделировании технологических процессов	Основные понятия моделирования. Типы моделей. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах	2
2	Оценка числовых характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных Применение критериев согласия при анализе технологических процессов Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ Корреляционный и регрессионный анализ	Основные этапы и задачи статистической обработки экспериментальных данных.	2
		Дискретные и непрерывные распределения. Проверка закона распределения наблюдений.	2
		Выявление аномальных наблюдений в одномерных выборках. Выявление аномальных наблюдений в совокупности связанных величин.	2
3	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирования эксперимента Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов Общие сведения о моделировании технологических процессов	Основные задачи анализа технологических процессов.	2
		Уровень значимости и доверительная вероятность. Статистические критерии.	2
		Задача сравнения двух дисперсий. Задача сравнения двух средних арифметических значений.	2
		Проверка эмпирического распределения	2
4	Оценка числовых характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	Формы связи двух величин. Методы аналитического выражения связи. Однофакторная линейная регрессия. Корреляция. Множественная линейная регрессия. Криволинейная регрессия. Серийная корреляция. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Метод наименьших квадратов.	8
5	Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ Корреляционный и регрессионный анализ	Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация уравнения регрессии. Планирование второго порядка (ОЦКП и ЦКРП). Каноническая форма уравнения регрессии.	14
6	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирования эксперимента Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	Общая постановка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. Аналитические методы оптимизации. Поискные методы оптимизации.	6

7	Применение стандартных пакетов прикладных программ	Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования и оптимизации технологических процессов (Matlab-Simulink, Mathcad, Maple, Statistica, Mathematica)	4
---	--	---	---

5.2.2 Практические занятия (семинары)
Не предусмотрены.

5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
1	Общие сведения о моделировании технологических процессов	Основные понятия моделирования. Параметрические схемы технологических процессов	4
2	Оценка числовых характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных	Предварительная обработка экспериментальных данных	4
3	Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	Метод экспертных оценок	2
		Однофакторный дисперсионный анализ	4
		Многофакторный дисперсионный анализ	4
4	Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ	Метод наименьших квадратов	6
5	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирования эксперимента	Полный и дробный факторный эксперимент (ПФЭ). Интерпретация модели, полученной по результатам полного факторного эксперимента	4
		Центральное композиционное ротатабельное планирование	5
		Приведение уравнения регрессии к канонической форме	5
6	Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	Оптимизация методом «крутое восхождение»	4
		Оптимизация симплекс методом	2
7	Применение стандартных пакетов прикладных программ	Оптимизация методом «ридж-анализ»	4

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
1	Общие сведения о моделировании технологических процессов	Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование)	2,98
		Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование)	2,85
2	Оценка числовых характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных	Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач)	5,71
		Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование)	4,56
		Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач)	0,13
		Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	0,62
3	Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	0,4
		Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач)	6,87
		Оформление отчета по лабораторной работе	4,56
			1,14

		(тестирование, собеседование) Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач) Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	0,37 0,8
4	Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ Корреляционный и регрессионный анализ	Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач) Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование) Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач) Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач) Разработка математических моделей (тестирование, собеседование, решение задач)	6,4 4,55 0,4 0,25 0,8 0,4
5	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирования эксперимента	Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач) Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование) Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач) Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач) Разработка математических моделей (тестирование, собеседование, решение задач)	11,5 5,4 1,4 1 0,8 2,9
6	Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач) Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование) Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач) Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	7,78 6,2 0,5 0,28 0,8
7	Применение стандартных пакетов прикладных программ	Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач) Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование) Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	4,26 2,9 0,13 1,23

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов»

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

1. Планирование и организация эксперимента [Текст] : лабораторный практикум : учебное пособие / Л. И. Назина, Л. Б. Лихачева, О. П. Дворянинова; ВГУИТ, Кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов. - Воронеж, 2019. - 108 с.

2. Панова, Е. А. Введение в теорию эксперимента : учебное пособие / Е. А. Панова. — Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2020. — 55 с. — ISBN 978-5-9967-1922-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162480> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Челноков, М. Б. Основы научного творчества : учебное пособие / М. Б. Челноков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 172 с. — ISBN 978-5-8114-3864-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126916> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2 Дополнительная литература

4. Планирование и математическая обработка результатов химического эксперимента [Текст]. учеб. пособие / В.И. Вершинин, Н.В. Перцев. - С-Пб : Лань, 2017. — 236 с.

5. Шлёкова, И. Ю. Основы научной, инновационной и изобретательской деятельности : учебное пособие / И. Ю. Шлёкова, А. И. Кныш. — Омск : Омский ГАУ, 2020. — 90 с. — ISBN 978-5-89764-862-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136159> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Методология научных исследований : учебное пособие / Е. В. Королев, А. С. Иноземцев, А. Н. Гришина [и др.]. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 104 с. — ISBN 978-5-7264-2088-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145069> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5697-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145848> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Асхаков, С. И. Основы научных исследований : учебное пособие / С. И. Асхаков. — Карачаевск : КЧГУ, 2020. — 348 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161998> (дата обращения: 25.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Труфанова, Ю. Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов [Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельной работе для студентов, обучающихся по направлению 19.04.02 – «Продукты питания из растительного сырья»/ Ю. Н. Труфанова ; ВГУИТ, Кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств. – Воронеж : ВГУИТ, 2015. – 11 с. — Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/1812>.

2. Труфанова, Ю. Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов [Текст] : программа курса, методические указания и задания к контрольной работе для студентов, обучающихся по направлению 19.04.02 – «Продукты питания из растительного сырья», заочной формы обучения / Ю. Н. Труфанова, М. Г. Магомедов; ВГУИТ, Кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2017. – 27 с.

Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4157>.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов»

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/

АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
АльтОбразование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
MicrosoftOffice 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
LibreOffice 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональнальный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Ауд. 201. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Проектор Epson EH-TW6100 LCD projector

Ауд. 203. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Компьютеры IntelCore 2DuoE7300, плоттерHP, наборы демонстрационного материала и комплекты оценочных материалов, обеспечивающих тематические иллюстрации и проведение профильных тренингов.

Ауд. 224. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Наборы демонстрационного материала и комплекты оценочных материалов, обеспечивающих тематические иллюстрации и проведение профильных.

Ауд. 212. Лаборантская: Переносное оборудование: проектор EpsonН374В, экран на штативе ScreenMediaMW, ноутбук Core 3072 M, сахариметр СУ-4, рефрактометр ИРФ-426, рН-метр рН-150.

Допускается использование других аудиторий в соответствии с расписанием учебных занятий и оснащённых соответствующим материально-техническим обеспечением, в соответствии с требованиями, предъявляемыми образовательным стандартом.

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Моделирование и оптимизация технологических процессов»

8.1 Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов»**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе
Моделирование и оптимизация технологических процессов

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины «Моделирование и оптимизация технологических процессов» составляет 4 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		№1
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:	22,4	22,4
Лекции	10	10
в том числе в форме практической подготовки		
Лабораторные работы (ЛБ)	10	10
в том числе в форме практической подготовки		
Консультации текущие	2,2	2,2
Вид аттестации (зачет)	0,2	0,2
Самостоятельная работа:	117,7	117,7
Контрольная работа	10/1	10/1
Проработка материалов по учебникам (тестирование, собеседование, решение задач)	99,0	99,0
Оформление отчета по лабораторной работе (тестирование, собеседование)	1,9	1,9
Выполнение расчетов для лабораторных работ (тестирование, собеседование, решение задач)	1	1
Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ (тестирование, собеседование, решение задач)	3,6	3,6
Разработка математических моделей (тестирование, собеседование, решение задач)	2,2	2,2
Подготовка к зачету	3,9	3,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине

Моделирование и оптимизация технологических процессов

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-4	Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения	ИД-1 _{ОПК-4} – Применяет методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях
			ИД-2 _{ОПК-4} – Применяет специализированные программные и информационные продукты для решения профессиональных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 _{ОПК-4} – Применяет методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях	Знает: методы моделирования и проектирования технологических процессов, методики по разработке объектов для проектирования, совершенствования и оптимизации действующих предприятий отрасли
	Умеет: использовать методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях на базе стандартных пакетов прикладных программ
	Владеет: современными методами моделирования и проектирования, позволяющих исследовать и оптимизировать параметры технологического процесса производства и улучшать качество продуктов питания из растительного сырья на автоматизированных технологических линиях
ИД-2 _{ОПК-4} – Применяет специализированные программные и информационные продукты для решения профессиональных задач	Знает: специализированные программные продукты; основы информационных технологий; методику проведения презентаций.
	Умеет: использовать специализированные программные и информационные продукты для проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения
	Владеет: навыками анализа технологических процессов производства продукции различного назначения с применением специализированных программных продуктов.

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология оценки (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Общие сведения о моделировании технологических процессов	ОПК-4	Банк тестовых заданий	1-2, 6-7, 11-12, 16-17	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	26-29	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ)	110	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	116-117	Собеседование с преподавателем
2	Оценка числовых	ОПК-4	Банк тестовых заданий	2-4, 8, 9, 13, 18, 21-22	Бланочное или компьютерное тестирование

	характеристик технологических процессов. Методы обработки экспериментальных данных		Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	30-37	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ)	111	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	118-120	Собеседование с преподавателем
3	Применение критериев согласия при анализе технологических процессов	ОПК-4	Банк тестовых заданий	4-5, 13-14, 17-18, 23	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	38-60	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ)	112	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	121-122	Собеседование с преподавателем
4	Статистические модели на основе пассивного эксперимента. Корреляционный, регрессионный анализ. Корреляционный и регрессионный анализ	ОПК-4	Банк тестовых заданий	5, 8-9, 14-15, 19-22	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	61-66	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ, разработка математических моделей)	113	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	123-124	Собеседование с преподавателем
5	Статистические модели на основе активного эксперимента. Планирование эксперимента	ОПК-4	Банк тестовых заданий	3-5, 12-14, 16-18, 23-24	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	67-94	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ, разработка математических моделей)	114	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	125-132	Собеседование с преподавателем
6	Экспериментально-статистические методы оптимизации технологических процессов	ОПК-4	Банк тестовых заданий	2-4, 11-13, 14-18, 25	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	95-108	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ)	115	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	133-135	Собеседование с преподавателем
7	Применение стандартных пакетов прикладных программ	ОПК-4	Банк тестовых заданий	1-4, 7-10, 12-15, 16-21	Бланочное или компьютерное тестирование
			Лабораторные работы (собеседование) (вопросы к защите лабораторных работ)	61, 109	Собеседование с преподавателем
			Задача (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ)	110-115	Проверка преподавателем
			Собеседование (вопросы к зачету)	136-137	Собеседование с преподавателем

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

- 9 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 2 контрольных заданий на проверку навыков.

3.1 Тесты (тестовые задания)

ОПК-4 – Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения.

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
А (выбор одного правильного ответа)	
1.	Выборочное среднее квадратичное значение равно 20. Среднее арифметическое значение составляет 100. Чему равен коэффициент вариации? 1. 0,2 2. 20 3. 2000 4. 5
2.	Выборочная дисперсия равна 25. Среднее арифметическое значение составляет 100. Чему равен коэффициент вариации? 1. 5 2. 0,25 3. 25 4. 4
3.	Любое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятности называется 1. закон распределения случайной величины 2. вероятность распределения величины 3. вероятностный ряд
4.	Соотношение $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, где x_i - i -е наблюдаемое значение некоторого показателя, n - количество измерений, предназначено для определения: 1. выборочного среднего 2. выборочной дисперсии 3. выборочной ковариации
5.	Соотношение $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, где x_i - i -е наблюдаемое значение некоторого показателя, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, n - количество измерений, предназначено для определения: 1. выборочного среднего 2. выборочной дисперсии 3. исправленной выборочной дисперсии 4. выборочной ковариации
Б (выбор нескольких правильных ответов)	
6.	Перечислите цели моделирования:

	<ul style="list-style-type: none"> - исследование оригинала - анализ - синтез - оптимизация - обработка экспериментальных данных
7.	<p>На параметрической схеме технологического процесса выделяют следующие факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - управляющие - возмущающие - управляемые - оптимизируемые - неизвестные - наблюдаемые
8.	<p>Предварительная обработка экспериментальных данных включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отсев грубых погрешностей - определение доверительного интервала - проверка соответствия результатов измерения закону нормального распределения - построение эмпирических зависимостей
9.	<p>Для проверки соответствия результатов измерения закону нормального распределения определяют следующие параметры эмпирического распределения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - асимметрия - экстремум - эксцесс - размах
10.	<p>Построение априорной гистограммы рангов позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - наглядно представить результаты экспертного опроса - выделить группу наиболее значимых факторов - разделить факторы на группы по степени значимости
В (задание на соответствие)	
11.	<p>Установите соответствие между терминами и определениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Управляемые параметры технологического процесса 2. Наблюдаемые параметры технологического процесса <p>А. (2) Характеризуют количество и состояние полуфабрикатов, условия протекания процессов. Б. (1) Определяют критерий эффективности, результат функционирования процесса, цель его проведения.</p>
12.	<p>Установите соответствие между решаемыми задачами и используемыми статистическими критериями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отсев грубых погрешностей 2. Проверка гипотезы нормального распределения <p>А. (2) Применяются показатели асимметрии и эксцесса. Б. (1) Применяется критерий Стьюдента</p>
13.	<p>Установите соответствие между решаемыми задачами и используемыми статистическими критериями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка значимости коэффициента конкордации. 2. Деление факторов на группы по степени влияния на технологический процесс <p>А. (1) Критерий Линка – Уоллеса Б. (2) Критерий Фишера или Пирсона</p>
14.	<p>Установите соответствие между методами анализа и типом решаемых задач</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Корреляционный анализ 2. Регрессионный анализ 3. Дисперсионный анализ <p>А. (2) Задачи, связанные с установлением аналитических зависимостей между переменным y и одним или несколькими переменными $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k$, которые носят количественный характер. Б. (3) Задачи, в которых переменные $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_k$ имеют качественный характер, а исследуется и устанавливается степень их влияния на переменное y. В. (1) Задачи исследования наличия взаимосвязей между отдельными группами переменных.</p>
15.	<p>Установите соответствие между методами планирования эксперимента и порядком получаемых уравнений регрессии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Полный факторный эксперимент 2. Центральное композиционное ротатабельное планирование <p>А. (1) Уравнение первого порядка $y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + b_{12} X_1 X_2 + \dots + b_{(n-1)n} X_{n-1} X_n$</p>

	<p>Б. (2) Уравнение второго порядка</p> $y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n + b_{12} X_1 X_2 + \dots + b_{(n-1)n} X_{n-1} X_n + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + \dots + b_{nn} X_n^2,$
Г (задание – открытая форма)	
16.	<p>_____ - это способ изучения объектов, при котором вместо оригинала (реального объекта) эксперимент проводят на его модели, а результаты количественно распространяют на оригинал. (ОТВЕТ: моделирование)</p>
17.	<p>Для определения всех факторов, влияющих на технологический процесс и характеризующих его функционирование, составляют..... (ОТВЕТ: параметрическую схему изучаемого процесса)</p>
18.	<p>_____ - показатель, характеризующий степень согласованности мнений экспертов. (ОТВЕТ: коэффициента конкордации)</p>
19.	<p>Задача метода наименьших квадратов состоит в том, чтобы, зная положение точек на плоскости, так провести линию регрессии, чтобы сумма квадратов отклонений экспериментальных значений от расчетных вдоль оси у была _____ (ОТВЕТ: Минимальной)</p>
20.	<p>Число строк в матрице планирования полного факторного эксперимента равно количеству _____ (ОТВЕТ: опытов)</p>
Д (задание на указание правильной последовательности)	
21.	<p>Расположите этапы моделирования в правильной последовательности: (1) - постановка задачи (3) - тестирование модели (4) - эксперимент (2) - разработка модели (5) - анализ результатов</p>
22.	<p>Расположите этапы предварительной обработки экспериментальных данных в правильной последовательности: (1) - отсеивание грубых погрешностей (2) - расчет характеристик эмпирического распределения (3) - проверка гипотезы нормального распределения</p>
23.	<p>Расположите в правильной последовательности этапы априорного ранжирования факторов: (2) - экспертный опрос (1) - составление списка факторов (3) - ранжирование факторов (5) - расчет коэффициента конкордации (4) - составление матрицы рангов (7) - построение априорной гистограммы рангов (6) - определение значимости коэффициента конкордации (8) - анализ однородности групп факторов при помощи критерия Линка-Уоллеса</p>
24.	<p>Расположите в правильной последовательности этапы обработки результатов полного факторного эксперимента: (3) - проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии (1) - проверка воспроизводимости опытов (5) - проверка адекватности уравнения регрессии (4) - интерпретация уравнения регрессии (2) - расчет коэффициентов уравнения регрессии</p>
25.	<p>Расположите в правильной последовательности этапы оптимизации симплекс методом: (3) - вычисление оценок разложений векторов по базису опорного решения и заполнение таблицы симплексного метода (2) - поиск начального опорного решения с "единичным базисом" (4) - анализ результатов (1) - приведение уравнения регрессии к каноническому виду</p>

3.2 Собеседование (защита отчетов по лабораторным работам)

ОПК-4 – Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения.

Номер вопроса	Текст вопроса
26.	Что характеризует параметрическая схема?
27.	Как классифицируют параметры по направленности действия на технологический процесс?
28.	Какие факторы относят к управляющим параметрам?
29.	Что представляют собой управляемые параметры?
30.	В чем заключается предварительная обработка экспериментальных данных?
31.	Что такое грубые погрешности измерений? Как и почему они появляются?
32.	Что отражает закон нормального распределения?
33.	Что характеризуют показатели асимметрии и эксцесса?
34.	Как проводят отсев грубых погрешностей с использованием критерия Стьюдента?
35.	Что показывают доверительная вероятность и уровень значимости?
36.	Как рассчитать величину доверительного интервала для случайной величины?
37.	Как изменится величина доверительного интервала при увеличении доверительной вероятности?
38.	Что показывает коэффициент конкордации? Как его определить?
39.	Что характеризует гистограмма рангов? Как проводится ее построение?
40.	В чем заключается сущность экспертного оценивания?
41.	Что характеризует критерий Пирсона?
42.	В чем заключается обработка результатов экспертного оценивания?
43.	Что показывает коэффициент Линка - Уоллеса? Как его определить?
44.	Как оценить различие между средними рангами факторов, включенных в одну группу?
45.	Каким условиям должны удовлетворять результаты наблюдений случайной величины для проведения дисперсионного анализа?
46.	Как формируется матрица наблюдений для проведения однофакторного дисперсионного анализа?
47.	В чем заключается основная идея однофакторного дисперсионного анализа?
48.	Каким образом устанавливают степень влияния контролируемого фактора на изучаемый процесс?
49.	Какого типа практические задачи обычно решают методом однофакторного дисперсионного анализа?
50.	Влияет ли изменение диапазона варьирования изучаемого фактора на результаты однофакторного дисперсионного анализа?
51.	Из каких составляющих складывается оценка «общей» дисперсии случайной величины?
52.	Какой статистический критерий используют для оценки влияния факторов на изучаемый технологический процесс?
53.	Как формируется матрица наблюдений для проведения многофакторного дисперсионного анализа?
54.	На какие составляющие раскладывается оценка «общей дисперсии» в двухфакторном дисперсионном анализе?
55.	Каким образом производят оценивание существенности влияния факторов изменчивости и их взаимодействия в многофакторном дисперсионном анализе?
56.	Как в двухфакторном дисперсионном анализе формируются оценки дисперсий рассеиваний: «общего», «внутри серий», «между строками», «между столбцами», «между сериями»?
57.	В чем заключается основная идея метода дисперсионного анализа?
58.	Влияет ли изменение диапазонов варьирования изучаемых факторов на результаты многофакторного дисперсионного анализа?
59.	Из каких составляющих складывается оценка «общей» дисперсии случайной величины?
60.	Какой статистический критерий используют для оценки влияния факторов на изучаемый технологический процесс?
61.	Как реализуется метод наименьших квадратов в среде Microsoft Excel?
62.	Как устанавливают адекватность уравнения регрессии?
63.	В чем заключается сущность метода наименьших квадратов?
64.	Что показывает коэффициент парной корреляции и как он рассчитывается?
65.	Что показывает остаточная дисперсия и как ее вычисляют?
66.	Что показывают коэффициенты, входящие в уравнение регрессии линейного вида?
67.	Что такое основной уровень и интервал варьирования фактора?
68.	Как проводят эксперимент согласно матрице планирования?
69.	Как проверить воспроизводимость опытов при ПФЭ?

70.	Как установить значимость коэффициентов уравнения регрессии?
71.	Как установить адекватность уравнения регрессии?
72.	С какой целью и как проводят рандомизацию опытов?
73.	Как вычисляют коэффициенты уравнения регрессии?
74.	Как выполняют построение матрицы планирования типа 2^n ?
75.	Что показывают коэффициенты, входящие в уравнение регрессии?
76.	Как осуществить переход от кодированных переменных к натуральным?
77.	Каким образом выполняется графическое построение линий равного уровня?
78.	Как представить уравнение регрессии в натуральной форме?
79.	Как определить количество опытов при ЦКРП?
80.	Что такое “звездное” плечо, как его определить?
81.	Как проводится эксперимент согласно матрицы планирования при ЦКРП?
82.	Как установить значимость коэффициентов уравнения регрессии?
83.	Как определить адекватность уравнения регрессии?
84.	Как рассчитать коэффициенты уравнения регрессии?
85.	Как строится матрица планирования при ЦКРП?
86.	С какой целью и когда прибегают к ЦКРП?
87.	Какие виды поверхностей отклика Вы знаете?
88.	Как рассчитать коэффициенты канонической формы?
89.	Как по уравнению регрессии, записанному в канонической форме, определить вид поверхности отклика?
90.	Что такое поверхность отклика? Как графически ее можно представить?
91.	В чем заключается приведение уравнения регрессии второго порядка к канонической форме?
92.	Как рассчитать угол поворота новых координатных осей относительно старых при каноническом преобразовании?
93.	Как установить зависимость между координатными переменными при каноническом преобразовании?
94.	Какой подход используют при графическом изображении поверхностей отклика при числе факторов, большем двух?
95.	Что является условием прекращения движения по градиенту?
96.	Что такое градиент функции?
97.	Как вычисляют значение фактора на новом шаге движения по градиенту?
98.	Как проводится «крутое восхождение» по поверхности отклика?
99.	В чем заключается оптимизация методом «наискорейшего спуска»?
100.	Что такое симплекс?
101.	Как рассчитать условия исходной серии опытов?
102.	Каким образом вычислить условия каждого нового опыта?
103.	В чем заключается сущность симплекс-метода?
104.	Какие ограничения накладываются на неопределенный множитель Лагранжа?
105.	Что представляет собой оптимизация методом “ридж-анализа”?
106.	В чем заключается особенность метода неопределенных множителей Лагранжа при решении оптимизационных задач с несколькими целевыми функциями?
107.	Что отличает метод “ридж-анализа” от метода неопределенных множителей Лагранжа?
108.	От чего зависит выбор значений неопределенного множителя Лагранжа при использовании метода “ридж-анализ”?
109.	Как реализуется оптимизация симплекс методом в среде Microsoft Excel?

3.3 Задачи (расчеты для лабораторных работ, расчеты в среде математических пакетов ЭВМ)

ОПК-4 – Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения.

Номер вопроса	Текст задания
110.	Составить параметрическую схему технологического процесса - замес теста, указав в ней управляемые, управляющие, возмущающие и наблюдаемые параметры. ОТВЕТ:

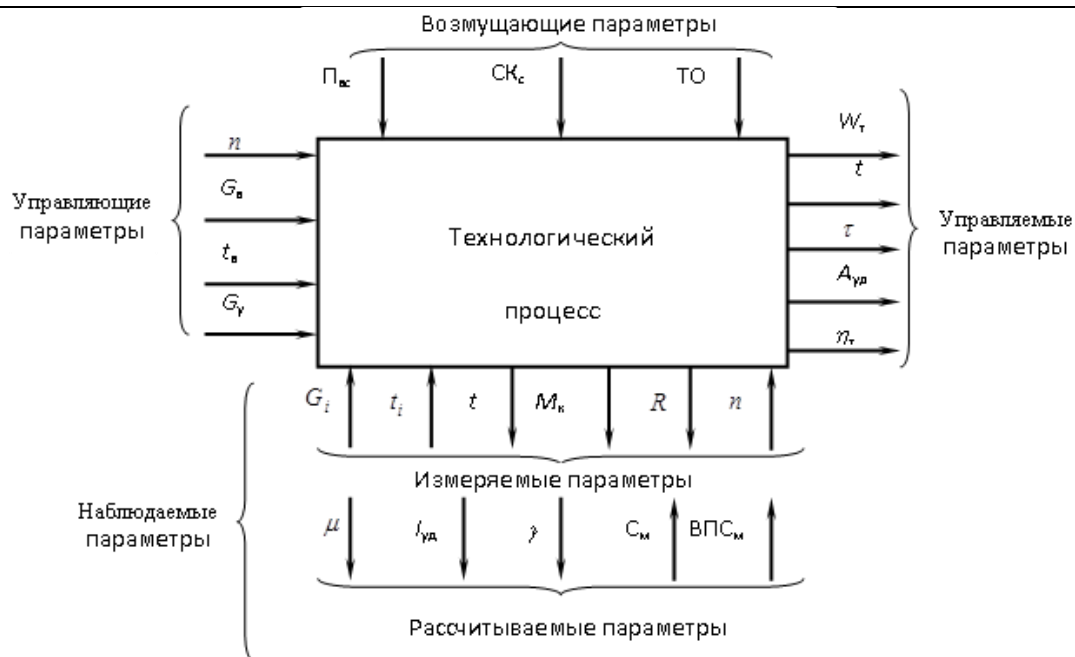


Рис. . Параметрическая схема процесса замеса теста

Рассмотрим параметрическую схему замеса теста (рис.), на которой представлены вышеперечисленные параметры.

Возмущающие параметры:

- параметры внешней среды $P_{вс}$ (температура и относительную влажность воздуха в помещении);
- химический состав и качество сырья $СК_c$;
- 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_t ;
- частота вращения месильного органа n ;
- электрическое сопротивление теста R ;
- удельная интенсивность замеса $I_{уд}$;
- электрическая проводимость теста γ ;
- "сила" муки C_m ;
- водопоглощительная способность муки $ВПС_m$;
- выход теста B_t ;
- число циклов деформации μ .

Управляемые параметры:

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

111.

В лабораторных условиях изучали процесс вибродозирования сахара-песка. В ходе эксперимента методом контрольных взвешиваний определяли производительность вибродозатора. Количество измерений (объем выборки) . Экспериментальные значения производительности вибродозатора по сахару-песку при частоте колебаний вибрлотка 30 Гц представлены в табл. 1. Рассчитать отклонение каждого измерения от среднего значения и заполнить таблицу 1

Таблица 1 Результаты эксперимента и расчетов

№ измерения	Производительность вибродозатора x_i , г/с	Отклонение каждого измерения от среднего значения d_i
1	2,50	
2	2,52	
3	2,47	
4	2,48	
5	2,50	
6	2,51	
7	2,50	
8	2,49	
9	2,46	
10	2,44	
Сумма	24,8	

Ответ: По формуле ($\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$) вычисляем среднее арифметическое значение $\bar{x} = 2,48$. По формуле ($d_i = x_i - \bar{x}$) находим отклонение каждого измерения от среднего значения и заполняем таблицу 1.

муле ($d_i = x_i - \bar{x}$) находим отклонение каждого измерения от среднего значения и заполняем таблицу 1.

В лабораторных условиях изучали процесс вибродозирования сахара-песка. В ходе эксперимента методом контрольных взвешиваний определяли производительность вибродозатора. Количество измерений (объем выборки) . Экспериментальные значения производительности вибродозатора по сахару-песку при частоте колебаний вибрототка 30 Гц представлены в табл. 1. Рассчитать среднеквадратичное отклонение и коэффициент вариации.

Таблица 1(Результаты эксперимента и расчетов)

№ измерения	Производительность вибродозатора x_i , г/с	Отклонение каждого измерения от среднего значения d_i	Квадрат отклонения $(x_i - \bar{x})^2$
1	2,50	0,02	0,0004
2	2,52	0,04	0,0016
3	2,47	-0,01	0,0001
4	2,48	0,00	0,0000
5	2,50	0,02	0,0004
6	2,51	0,03	0,0009
7	2,50	0,02	0,0004
8	2,49	0,01	0,0001
9	2,46	-0,02	0,0004
10	2,44	-0,04	0,0016
Сумма	24,8		0,0059

112.

ОТВЕТ:

Вычисляем среднее арифметическое значение $\bar{x} = 2,48$. Предварительно рассчитав отклонение каждого измерения от среднего значения (см. табл. 1), находим дисперсию случайной величины $S^2 = 0,00059$. Вычисляем выборочное среднеквадратичное отклонение $S = 0,024$. Коэффициент вариации, рассчитанный по формуле (5), равен $K = 0,97$ %.

Следовательно, абсолютная величина квадратичной ошибки определения производительности вибродозатора составляет $\pm 0,024$. Таким образом, имеем среднее значение производительности вибродозатора 2,48 г/с, среднеквадратичное отклонение $\pm 0,024$, коэффициент вариации 0,97 %.

По этим данным на основании правил статистики можно сказать, что в 2/3 случаях (68 %) значения производительности вибродозатора варьируются в пределах 2,45 ÷ 2,50 %, а в 95 % случаев – в пределах 2,43 ÷ 2,52 %.

113.

Выполнить обработку экспериментальных данных, проверив воспроизводимость опытов, вычислив коэффициенты уравнения регрессии, проверив их значимость. Для построения математической модели, отражающей зависимость объема теста в процессе выпечки y (см³) от влажности теста x_1 (%) и продолжительности расстойки x_2 (мин), был проведен полный факторный эксперимент (табл. 1 и 2).

Таблица 1 (Характеристики планирования)

Параметры	x_1 , %	x_2 , МИН
-----------	-----------	-------------

Основной уровень	46,5	24,0
Интервал варьирования	0,5	8,0
Верхний уровень	47,0	32,0
Нижний уровень	46,0	16,0

Таблица 2 (Матрица ПФЭ)

№ опыта	X ₁	X ₂	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅
1	- 1	- 1	63,5	63,9	64,0	63,1	63,4
2	+1	- 1	70,1	69,8	69,7	69,9	69,8
3	- 1	+1	87,9	87,7	87,7	87,8	87,9
4	+1	+1	94,3	94,5	94,2	94,2	94,1

ОТВЕТ:

При обработке экспериментальных данных для каждой серии параллельных опытов по формуле определяем средние арифметические значения функции отклика (табл. 3). Для первой серии параллельных опытов

$$\bar{y}_1 = \frac{1}{5}(63,5 + 63,9 + 64,0 + 63,1 + 63,4) = 63,58,$$

для остальных – среднее значение функции отклика вычисляем аналогично.

Таблица 3 (Результаты обработки матрицы планирования)

№ опыта	X ₁	X ₂	X ₁ X ₂	\bar{y}_j	S _j ²	S _j	y _j ^p
1	- 1	- 1	+1	63,58	0,13	0,36	63,47
2	+1	- 1	- 1	69,86	0,28	0,53	69,83
3	- 1	+1	- 1	87,83	0,29	0,53	87,81
4	+1	+1	+1	94,22	0,13	0,36	94,17

Оценку дисперсий для каждой серии параллельных опытов вычисляем по формуле. Для первой серии:

$$S_1^2 = \frac{1}{4}[(63,5 - 63,58)^2 + (63,9 - 63,58)^2 + (64,0 - 63,58)^2 + (63,1 - 63,58)^2 + (63,4 - 63,58)^2] = 0,13,$$

далее все вычисляем аналогично (см. табл. 3).

Ошибку каждого опыта определяем по формуле ($S_j = \sqrt{S_j^2}$).

Чтобы проверить воспроизводимость опытов по формуле ($G_p = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2}$), определяем расчетное

значение критерия Кохрена:

$$G_p = \frac{0,29}{0,13 + 0,28 + 0,29 + 0,13} = 0,35.$$

Табличное значение критерия Кохрена при уровне значимости $p = 0,05$ и числе степеней свободы $f = k - 1 = 4$ равно $G_m = 0,6841$. Сравнение расчетного и табличного значения критерия Кохрена показывает, что условие ($G_p \leq G_m$) выполняется, следовательно, оценки дисперсий однородны, а опыты являются воспроизводимыми.

По формуле ($S_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_j^2$) вычисляем оценку дисперсии воспроизводимости эксперимента:

$$S_y^2 = \frac{1}{4}(0,13 + 0,28 + 0,29 + 0,13) = 0,2.$$

На основании результатов полного факторного эксперимента находим коэффициенты уравнения регрессии:

$$b_0 = \frac{1}{4}(59,84 + 73,46 + 91,44 + 90,54) = 78,82;$$

$$b_1 = \frac{1}{4}(-59,84 + 73,46 - 91,44 + 90,54) = 3,18;$$

$$b_2 = \frac{1}{4}(-59,84 - 73,46 + 91,44 + 90,54) = 12,17.$$

Выполнить интерпретацию уравнения регрессии. С помощью соответствующих преобразований представить уравнение регрессии в натуральном виде. Для изучения зависимости формоустойчивости тестовой заготовки при расстойке y (усл. ед.) от продолжительности x_1 (мин) и температуры расстойки x_2 ($^{\circ}\text{C}$) был проведен полный факторный эксперимент типа 2^2 , характеристики которого представлены в табл. 1. При проведении эксперимента использовали рандомизацию, каждый опыт дублировали 5 раз.

Таблица 1 (Характеристики планирования)

Параметр	x_1 , мин	x_2 , $^{\circ}\text{C}$
Основной уровень	45,0	36,0
Интервал варьирования	15,0	6,0
Верхний уровень	60,0	42,0
Нижний уровень	30,0	30,0

Была проведена статистическая обработка результатов ПФЭ, которая показала воспроизводимость опытов и позволила построить уравнение регрессии первого порядка, адекватно описывающее экспериментальные данные

$$y = 5,06 + 0,52X_1 + 0,75X_2.$$

ОТВЕТ:

114.

Полученную математическую модель можно интерпретировать следующим образом:

1. Формоустойчивость тестовой заготовки в процессе расстойки составляет 5,06 усл. ед. при продолжительности расстойки 45,0 мин и температуре расстойки 36,0 $^{\circ}\text{C}$.

2. Температура расстойки (фактор X_2) оказывает большее влияние на формоустойчивость тестовой заготовки, чем продолжительность расстойки (фактор X_1).

3. Увеличение продолжительности и температуры расстойки способствуют росту формоустойчивости тестовой заготовки и наоборот.

Представим полученное уравнение регрессии в натуральном виде. Для этого, используя формулу (2), натуральные значения факторов на основном уровне и интервалы варьирования запишем

$$X_1 = \frac{x_1 - 45,0}{15,0}; \quad X_2 = \frac{x_2 - 36,0}{6,0}.$$

Подставляя данные выражения в уравнение регрессии, после несложных преобразований получим регрессионное уравнение в натуральном виде

$$y = 5,06 + 0,52 \frac{x_1 - 45,0}{15,0} + 0,75 \frac{x_2 - 36,0}{6,0} = -1,0 + 0,035x_1 + 0,125x_2,$$

которое позволяет рассчитать значение формоустойчивости тестовой заготовки путем подстановки в него натуральных значений факторов.

115.

Для построения математической модели, отражающей зависимость эффективной вязкости помадной массы y (Па·с) от температуры x_1 ($^{\circ}\text{C}$) и массовой доли влаги x_2 (%) при значении градиента скорости $\dot{\gamma} = 5 \text{ c}^{-1}$, было использовано ЦКРП. В результате обработки ЦКРП, получили уравнение регрессии в кодированных переменных, которое выглядит следующим образом:

$$y = 475,25 - 144,03X_1 - 30,19X_2 + 9,25X_1X_2 + 47,62X_1^2 + 11,41X_2^2.$$

Привести уравнение к каноническому виду.

ОТВЕТ:

Дифференцируя его по X_1 и X_2 , составим систему алгебраических уравнений по форме:

$$\begin{cases} \frac{\partial Y}{\partial X_1} = -144,03 + 9,25X_2 + 95,24X_1 = 0; \\ \frac{\partial Y}{\partial X_2} = -30,19 + 9,25X_1 + 22,82X_2 = 0. \end{cases}$$

Решая эту систему относительно X_1 и X_2 , вычислим координаты центра поверхности:
 $X_{1s} = 1,44$ и $X_{2s} = 0,73$.

Подставляя найденные значения в исходное уравнение, рассчитаем значение функции отклика в центре поверхности $Y_s = 360,36$.

Составим характеристические уравнения в виде:

$$\begin{vmatrix} 47,62 - B & 0,5 \cdot 9,25 \\ 0,5 \cdot 9,25 & 11,41 - B \end{vmatrix} = 0,$$

решая которое, находим его корни $B_{11} = 48,2$ и $B_{22} = 10,83$.

Уравнение регрессии в канонической форме примет вид:

$$Y = 360,36 + 48,21Z_1^2 + 10,83Z_2^2.$$

3.4 Зачет

Собеседование (вопросы к зачету)

ОПК-4 – Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения.

Номер вопроса	Текст вопроса
116.	Основные понятия моделирования
117.	Параметрические схемы технологических процессов, принципы составления.
118.	Ряды распределений. Нормальный закон распределения
119.	Статистические характеристики случайных величин
120.	Предварительная обработка экспериментальных данных
121.	Метод экспертных оценок
122.	Однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ
123.	Корреляционный и регрессионный анализ.
124.	Метод наименьших квадратов, реализация в Microsoft Excel
125.	Общие сведения о статистическом планировании эксперимента
126.	Полный факторный эксперимент
127.	Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии
128.	Проверка адекватности при наличии и отсутствии параллельных опытов
129.	Интерпретация модели, полученной по результатам полного факторного эксперимента
130.	Дробный факторный эксперимент
131.	Центральное композиционное ротатабельное планирование

132.	Приведение уравнения регрессии к канонической форме
133.	Оптимизация методом «крутое восхождение»
134.	Оптимизация симплекс методом
135.	Оптимизация методом «ридж-анализ»
136.	Математическое моделирование и оптимизация технологических процессов на базе стандартных пакетов прикладных программ. Сравнительное описание возможностей
137.	Возможности Microsoft Excel для решения задач моделирования и оптимизации технологических процессов

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
ОПК-4 – Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения.					
ЗНАТЬ: методики проведения экспериментов, современные методы оценки показателей качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; средства измерения, контроля и управления технологическими параметрами в ходе экспериментальных исследований	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание методик проведения экспериментов, современные методы оценки показателей качества сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции; средства измерения, контроля и управления технологическими параметрами в ходе экспериментальных исследований	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания и/или задачи, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания и/или задачи, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
УМЕТЬ: прогнозировать и оценивать результаты исследований; осуществлять выбор контрольно-измерительной аппаратуры; составлять протоколы опытов; использовать математический аппарат при обработке и анализе экспериментальных данных	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение прогнозировать и оценивать результаты исследований; осуществлять выбор контрольно-измерительной аппаратуры; составлять протоколы опытов; использовать математический аппарат при обработке и анализе экспериментальных данных	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
ВЛАДЕТЬ: экспериментальным материалом и способностью самостоятельно ставить задачи по разработке комплекса проблемно-ориентированных методов принятия решений в совершенствовании техники и технологии продуктов питания из растительного сырья по тематике исследования	Задача	Содержание решения	обучающийся грамотно и без ошибок решил задачу	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил задачу, но в вычислениях допустил ошибки	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения задачи	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения задачи	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)

АННОТАЦИЯ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«Моделирование и оптимизация технологических процессов»
(наименование дисциплины)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ОПК-4	Способен использовать методы моделирования продуктов питания из растительного сырья и проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения	ИД-1 _{опк-4} – Применяет методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях
			ИД-2 _{опк-4} – Применяет специализированные программные и информационные продукты для решения профессиональных задач

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать методы моделирования и проектирования технологических процессов, методики по разработке объектов для проектирования, совершенствования и оптимизации действующих предприятий отрасли; специализированные программные продукты; основы информационных технологий; методику проведения презентаций.

уметь использовать специализированные программные и информационные продукты для проектирования технологических процессов производства продукции различного назначения; использовать методы моделирования и проектирования для совершенствования технологических процессов производства продукции из сырья растительного происхождения на автоматизированных технологических линиях на базе стандартных пакетов прикладных программ.

владеть современными методами моделирования и проектирования для повышения эффективности использования сырьевых ресурсов, внедрения безотходных и малоотходных технологий переработки растительного сырья на автоматизированных технологических линиях; навыками анализа технологических процессов производства продукции различного назначения с применением специализированных программных продуктов.

Содержание разделов дисциплины. Основные понятия моделирования. Типы моделей. Классификация методов построения математических моделей. Структура математического описания при детерминированном и статистическом подходах. Основные этапы и задачи статистической обработки экспериментальных данных. Дискретные и непрерывные распределения. Проверка закона распределения наблюдений. Выявление аномальных наблюдений в одномерных выборках. Выявление аномальных наблюдений в совокупности связанных величин. Основные задачи анализа технологических процессов. Уровень значимости и доверительная вероятность. Статистические критерии. Задача сравнения двух дисперсий. Задача сравнения двух средних арифметических значений. Проверка эмпирического распределения. Формы связи двух величин. Методы аналитического выражения связи. Однофакторная линейная регрессия. Корреляция. Множественная линейная регрессия. Криволинейная регрессия. Сериальная корреляция. Использование регрессионного анализа при статистическом моделировании. Метод наименьших квадратов. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация уравнения регрессии. Планирование второго порядка (ОЦКП и ЦКРП). Каноническая форма уравнения регрессии. Общая постановка задачи оптимизации. Критерии оптимизации. Аналитические методы оптимизации. Поисковые методы оптимизации. Стандартные пакеты прикладных программ для решения задач математического моделирования и оптимизации технологических процессов.