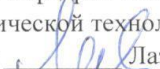



Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лазаренко Виктор Анатольевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 16.03.2023 13:49:26  
Уникальный программный ключ:  
45c319b8a032ab3637134215abd1c47b53416714

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Курский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
(ФГБОУ ВО КГМУ Минздрава России)

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании кафедры биологической и  
химической технологии  
протокол № 11 от «28» мая 2018 г.  
заведующий кафедрой биологической и  
химической технологии  
профессор  Лазурина Л.П.

**УТВЕРЖДЕНО**

на заседании методического совета  
фармацевтического и биотехнологического  
факультетов  
протокол № 5 от «29» июня 2018 г.  
председатель методического совета  
фармацевтического и биотехнологического  
факультетов  
доцент  Дроздова И.Л.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по моделированию биотехнологических процессов

Факультет биотехнологический  
Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология  
Направленность: Биотехнология биологически активных веществ  
Курс - 2  
Семестр – 3  
Трудоемкость (з.е) - 3  
Количество часов: всего – 108  
Форма промежуточной аттестации: зачет

**Разработчики рабочей программы:** зав. каф. биологической и химической технологии,  
Профессор, д.б.н., Лазурина Л.П., профессор кафедрой биологической и химической тех-  
нологии, д.т.н., Корневский Н.А.

Курс – 2018

Рабочая программа дисциплины «Моделирование биотехнологических процессов» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология.

### 1. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины является освоение студентами вопросов моделирования и оптимизации сложных химико-технологических процессов, которые в свою очередь формируют профессиональный уровень специалиста по данной специальности.

Основными задачами дисциплины является:

- овладение знаниями в области моделирования процессов и аппаратов химической технологии, составления и оптимизации математических моделей, использования современных математических программных пакетов в моделировании;
- формирование: профессиональных навыков моделирования химико-технологических процессов, организации и проведения эксперимента, анализу и обработке данных с использованием современных информационных технологий.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы и требования к планируемым результатам обучения по дисциплине

Дисциплина «Моделирование биотехнологических процессов» относится к вариативной части образовательной программы (дисциплина по выбору).

Процесс изучения дисциплины обеспечивает достижение планируемых результатов освоения образовательной программы и направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция		Логическая связь с дисциплинами учебного плана
код	формулировка	
<b>ПК-10</b>	Владение планированием эксперимента, обработкой и представлением полученных результатов	Математика, Основы научной работы биотехнолога, Физико-химические методы анализа, Аналитическая химия в анализе биологически активных веществ, Биотехнологические подходы к производству витаминов, Технология биологически активных добавок.
<b>ПК-14</b>	Способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	Основы проектирования предприятий биотехнологической промышленности, Системы управления биотехнологическими процессами.

### Содержание компетенций (этапов формирования компетенций)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этапы формирования и индикаторы достижения компетенции		
		Знает	Умеет	Владеет (имеет практический опыт)
1	2	3	4	5
<b>ПК-10</b>	Владение планированием эксперимента, обработкой и представлением полученных результатов	- этапы планирования и проведения эксперимента - способы обработки и представления результатов эксперимента	- планировать и осуществлять эксперимент - проводить обработку результатов эксперимента - представить результаты эксперимента	- методами планирования, обработки и представления результатов эксперимента
<b>ПК-14</b>	Способность проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива	- автоматизированные системы и управленческие основы биотехнологических процессов и производства	- организовывать и проектировать биотехнологические процессы и производства в составе авторского коллектива	- владеть основами организации и планирования биотехнологических процессов и производств в составе авторского коллектива

### 3. Разделы (темы) дисциплины и компетенции, которые формируются при их изучении

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Код компетенции
1	2	3
Методы моделирования и области их применения	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины. Роль теоретических и экспериментальных методов в исследованиях. Виды подобия, модели и моделирование. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Моделирование на ЭВМ.	ПК-10 ПК-14
Основные понятия и определения	Основы классификация методов исследований. Кибернетика. Управление. Система, объект, процесс. Составление и решению дифференциальных уравнений, описывающих процессы химической технологии. Структурные схемы объектов химической технологии	ПК-10 ПК-14
Общие принципы и этапы построения математической модели.	Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса. Системный анализ процессов химической технологии Блочный принцип описания объекта исследований. Классификация математических моделей. Схема построения математических моделей процессов химической технологии. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.	ПК-10 ПК-14
Математическое описание процессов химиче-	Основные понятия химической кинетики. Особенности гетерогенных химических процессов. Методы определения кинетических характеристик химических реакций. Построение кинетических моделей.	ПК-14

ского превращения (кинетические модели)		
Математическое описание процессов перемещения веществ (гидродинамические модели)	Модели структуры потоков. Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель. Передаточная функция объекта с полузакнутым каналом и структурой потока, соответствующей диффузионной модели. Ячеичная модель. Комбинированные модели	ПК-10 ПК-14
Математические модели химических реакторов	Характеристика химических реакторов. Математические модели химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения. Сравнение химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения. Математическая модель каскада реакторов идеального перемешивания.	ПК-10 ПК-14
Математические модели некоторых теплообменных и абсорбционных аппаратов	Математические модели простейших типов теплообменных аппаратов. Математическая модель противоточного теплообменника с сосредоточенными параметрами. Математическая модель противоточного абсорбционного аппарата	ПК-10
Статистические математические модели	Классификация и общий вид уравнений статистических моделей. Статистические модели объектов на основе пассивного и активного эксперимента (полный и дробный факторный эксперимент). Статистические модели области оптимума объекта исследования	ПК-10 ПК-14
Оптимизация химико-технологических процессов.	Понятие об оптимизации. Критерий оптимальности. Методы решения оптимальных задач. Математические модели как основа оптимизации технологических процессов. Оптимизация методом дифференциального исчисления. Поиск оптимума численными методами. Экспериментальный поиск оптимума. Частные задачи оптимизации химических реакторов.	ПК-10 ПК-14

#### 4. Учебно-тематический план дисциплины (в академических часах)

Наименование раздела дисциплины	Контактная работа			Внеаудиторная (самостоятельная) работа	Итого часов	Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения		Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
	всего	из них				Традиционные	Интерактивные	
		лекции	практические занятия					
1	2	3	4	5	6	8	9	10
Методы моделирования и области их применения	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр
Основные понятия и определения	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Пр
Общие принципы и этапы построения математической модели.	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр
Математическое описание	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр

процессов химического - превращения (кинетические -модели)								
Математическое описание процессов перемещения веществ (гидродинамические модели)	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр
Математические модели химических реакторов	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Пр
Математические модели некоторых теплообменных и абсорбционных аппаратов	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр
Статистические математические модели	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр
Оптимизация химико-технологических процессов.	6	2	4	6	12	ЛТ, СИ, ПЗ	-	С, Т, Пр
<b>Зачет</b>								Т, Пр
<b>ИТОГО:</b>	<b>54</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	<b>108</b>			

#### 4.1. Используемые образовательные технологии, способы и методы обучения

<b>ЛТ</b>	традиционная лекция	<b>СИ</b>	самостоятельное изучение тем, отраженных в программе, но не рассмотренных в аудиторных занятиях
<b>ПЗ</b>	практическое занятие		

#### 4.2. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

<b>Т</b>	тестирование	<b>Пр.</b>	оценка освоения практических навыков (умений, владений)
		<b>С</b>	оценка по результатам собеседования (устный опрос)

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Белов, П. С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие (конспект лекций) / П. С. Белов. — Электрон. текстовые данные. — Егорьевск : Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. — 121 с. — 978-5-904330-02-6. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>

### Дополнительная литература

1. Регулируемый электропривод. Моделирование переходных процессов [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и курсовому проекту / сост. А. М. Башлыков, В. Н. Мещеряков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 25 с. — 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/55150.html>

2. Донской, А. С. Моделирование и расчет пневматических приводов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. С. Донской. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. — 78 с. — 978-5-7422-6343-2. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/83322.html>

### Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. [Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»](https://elibrary.ru/) <https://elibrary.ru/>
2. [Национальная электронная библиотека \(НЭБ\)](http://нэб.пф/) <http://нэб.пф/>
3. [Консультант плюс](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus) [https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant\\_Plus](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus)
4. База данных международного индекса научного цитирования «**WEB OF SCIENCE**» <http://www.webofscience.com/>
5. [Полнотекстовой базе данных «Medline Complete»](http://search.ebscohost.com/) <http://search.ebscohost.com/>
6. [Федеральная электронная медицинская библиотека](http://193.232.7.109/feml), <http://193.232.7.109/feml>
7. [Полнотекстовая база данных «Polpred.com Обзор СМИ»](http://polpred.com/), <http://polpred.com/>
8. [Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»](https://cyberleninka.ru/) <https://cyberleninka.ru/>
9. [Министерство здравоохранения Российской Федерации](https://www.rosminzdrav.ru/) <https://www.rosminzdrav.ru/>
10. [Всемирная организация здравоохранения](http://www.who.int/ru/) <http://www.who.int/ru/>
11. [Министерство образования и науки Российской Федерации](https://xn--80abucjiibhv9a.xn-p1ai/) <https://xn--80abucjiibhv9a.xn-p1ai/>

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**  
**«МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**  
программа бакалавриата 19.03.01 Биотехнология

**Основная литература**

1. Белов, П. С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие (конспект лекций) / П. С. Белов. — Электрон. текстовые данные. — Егорьевск : Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. — 121 с. — 978-5-904330-02-6. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/43395.html>

**Дополнительная литература**

1. Регулируемый электропривод. Моделирование переходных процессов [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и курсовому проекту / сост. А. М. Башлыков, В. Н. Мещеряков. — Электрон. текстовые данные. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014. — 25 с. — 2227-8397. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/55150.html>

2. Донской, А. С. Моделирование и расчет пневматических приводов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. С. Донской. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. — 78 с. — 978-5-7422-6343-2. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/83322.html>

**Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. [Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»](https://elibrary.ru/) <https://elibrary.ru/>
2. [Национальная электронная библиотека \(НЭБ\)](http://нэб.пф/) <http://нэб.пф/>
3. [Консультант плюс](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus) [https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant\\_Plus](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus)
4. База данных международного индекса научного цитирования «**WEB OF SCIENCE**» <http://www.webofscience.com/>
5. [Полнотекстовой базе данных «Medline Complete»](http://search.ebscohost.com/) <http://search.ebscohost.com/>
6. [Федеральная электронная медицинская библиотека](http://193.232.7.109/feml) <http://193.232.7.109/feml>
7. [Полнотекстовая база данных «Polpred.com Обзор СМИ»](http://polpred.com/) <http://polpred.com/>
8. [Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»](https://cyberleninka.ru/) <https://cyberleninka.ru/>
9. [Министерство здравоохранения Российской Федерации](https://www.rosminzdrav.ru/) <https://www.rosminzdrav.ru/>
10. [Всемирная организация здравоохранения](http://www.who.int/ru/) <http://www.who.int/ru/>
11. [Министерство образования и науки Российской Федерации](https://xn--80abucjiihbv9a.xn--p1ai/) <https://xn--80abucjiihbv9a.xn--p1ai/>

ИТОГО:

- 1) Основная литература – 1
- 2) Дополнительная литература – 2
- 3) Основная литература наименования/экземпляры – 0/0
- 4) Дополнительная литература наименования/экземпляры – 0/0

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Клинов, А. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Клинов, А. Г. Мухаметзянова. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — 978-5-7882-0774-2. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62483.html>

2. Исследование равновесия в системах газ-жидкость. Теоретические основы и экспериментальные методики. Моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Елиманова, Э. А. Каралин, Д. В. Ксенофонов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 88 с. — 978-5-7882-2070-3. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79296.html>

### Дополнительная литература

1. Клинов, А. В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Клинов, А. В. Малыгин. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 99 с. — 978-5-7882-1040-7. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63719.html>

2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2014. — 304 с. — 978-5-98704-497-1. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>

### Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. [Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»](https://elibrary.ru/) <https://elibrary.ru/>
2. [Национальная электронная библиотека \(НЭБ\)](http://нэб.пф/) <http://нэб.пф/>
3. [Консультант плюс](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus) [https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant\\_Plus](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus)
4. База данных международного индекса научного цитирования «**WEB OF SCIENCE**» <http://www.webofscience.com/>
5. [Полнотекстовой базе данных «Medline Complete»](http://search.ebscohost.com/) <http://search.ebscohost.com/>
6. [Федеральная электронная медицинская библиотека](http://193.232.7.109/feml). <http://193.232.7.109/feml>
7. [Полнотекстовая база данных «Polpred.com Обзор СМИ»](http://polpred.com/). <http://polpred.com/>
8. [Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»](https://cyberleninka.ru/) <https://cyberleninka.ru/>
9. [Министерство здравоохранения Российской Федерации](https://www.rosminzdrav.ru/) <https://www.rosminzdrav.ru/>
10. [Всемирная организация здравоохранения](http://www.who.int/ru/) <http://www.who.int/ru/>
11. [Министерство образования и науки Российской Федерации](https://xn--80abucjiibhv9a.xn--plai/) <https://xn--80abucjiibhv9a.xn--plai/>



**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины  
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

программа бакалавриата 18.03.01 Химическая технология

**Основная литература**

1. Клинов, А. В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Клинов, А. Г. Мухаметзянова. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. — 144 с. — 978-5-7882-0774-2. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62483.html>

2. Исследование равновесия в системах газ-жидкость. Теоретические основы и экспериментальные методики. Моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Г. Елиманова, Э. А. Каралин, Д. В. Ксенофонов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. — 88 с. — 978-5-7882-2070-3. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/79296.html>

**Дополнительная литература**

1. Клинов, А. В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Клинов, А. В. Малыгин. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 99 с. — 978-5-7882-1040-7. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63719.html>

2. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ю. Закгейм. — Электрон. текстовые данные. — М. : Логос, 2014. — 304 с. — 978-5-98704-497-1. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>

**Электронное информационное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <https://elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <http://нэб.рф/>
3. Консультант плюс [https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant\\_Plus](https://kurskmed.com/department/library/page/Consultant_Plus)
4. База данных международного индекса научного цитирования «WEB OF SCIENCE» <http://www.webofscience.com/>
5. Полнотекстовой базе данных «Medline Complete» <http://search.ebscohost.com/>
6. Федеральная электронная медицинская библиотека. <http://193.232.7.109/feml>
7. Полнотекстовая база данных «Polpred.com Обзор СМИ». <http://polpred.com/>
8. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» <https://cyberleninka.ru/>
9. Министерство здравоохранения Российской Федерации <https://www.rosminzdrav.ru/>
10. Всемирная организация здравоохранения <http://www.who.int/ru/>
11. Министерство образования и науки Российской Федерации <https://xn--80abucjiihbv9a.xn--plai/>

ИТОГО:

- 1) Основная литература – 2
- 2) Дополнительная литература – 2
- 3) Основная литература наименования/экземпляры – 0/0
- 4) Дополнительная литература наименования/экземпляры – 0/0

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
3	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №205 (лаборатория)	<b>Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием:</b> специализированная мебель (учебная мебель, стол для весов, стол физический для приборов, стол химический островной, стол аудиторный, стул винтовой, тумба лабораторная); специализированное оборудование (вытяжной шкаф ШВ2, однодиапазонные весы ВЛКТ 500, весы равноплечные, штатив лабораторный, термостат ТГУ 01-200, спектрофотометр, центрифуга ОПН-8).	-
4	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №209	<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> специализированная мебель (учебная мебель, доска, трибуна лекторская); технические средства обучения и демонстрационное оборудование (проектор, ноутбук, экран); учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации.	1. Программа для создания тестов — Adit Testdesk, договор № 444 от 22.06.2010 2. Программа для организации дистанционного обучения — ISpring Suite 7.1, договор № 652 от 21.09.2015 3. Пакет офисного ПО – Microsoft Win Office Pro Plus 2010 RUS OLP NL, договор № 548 от 16.08.2010 4. Операционная система — Microsoft Win Pro 7, договор № 904 от 24.12.2010 5. Антивирус – Kaspersky Endpoint Security, договор № 832 от 15.10.2018
5	Российская Федерация, 305041, г. Курск, ул. Ямская, д. 18, 2 этаж, каб. №218 (лаборатория)	<b>Лаборатории, оснащенные лабораторным оборудованием:</b> специализированная мебель (учебная мебель, стол химический, стол химический островной, доска учебная навесная, стол физический, табурет лабораторный, стул винтовой, стол рабочий письменный, стол с двумя металлическими полками); специализированное оборудование (муфельная печь, плитка электрическая, штатив лабораторный, фотоэлектроколориметр, колориметр КФСС-2, вытяжной шкаф, штатив лабораторный ШФР).	-
4	305041, Российская Федерация, г. Курск, ул. Ямская, д.18, 5 этаж, каб. №511 (лаборатория физико-химических методов анализа)	<b>Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием:</b> микроскоп медицинский "БИОМЕД-2", поляриметр круговой СМ-3, учебный микроскоп Iortron ST-640 LCD, амперометрический титратор "Эксперт-001 А", кулонометрический титратор "Эксперт-006" универсальный, прибор ПТП-М ТУ 92-891.011-90, комплект для ионометрии (электроды: сравнения од-	

		<p>ноключ. двухключ., рН, Eh, натрий, калий, кальций, хлорид, нитрат, штатив, мешалка), комплект для определения рН (г/п), рН-метр/иономер МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ-101, баня ПЭ-4300 водяная многоместная (6 мест), вискозиметр ВЗ-246, дозатор Экохим-ОП-0,5-10, дозатор Экохим-ОПА-0,2-2, магнитная мешалка "Ритм-01", муфельная печь МИМП-3УЭ, шкаф сушильный ES-4620 (34 л.), рефрактометр ATR-ST, фурье-спектрометр инфракрасный ФСМ1201 (диапазон: 400-7800см<sup>-1</sup>; разрешение: 1см; интерферометр с самокомпенсацией), включая базовое ПО Fspes). аналитические весы (дискр.0,1 мг, НПВ 210г, кл. точ. Специальный, калибровочная гиря в комплекте, поверка LEKI B2104), прибор д/испытания таблеток и капсул на растворение (Лабораторный определитель процесса растворимости таблетуемых лекарственных средств НФР), прибор д/определя прочности таблеток на истирание, тестер д/истир-я таблеток НФИ, прибор д/определя распадаемости таблеток и капсул (Тестер процесса распадаемости лекарств. средств НФР), таблеточный пресс TDP-1.5T, баня лабораторная, комплект сит диаметр 200мм, высота 50мм, нерж. сталь (яч.:0,1; 0,25; 0,5; 1,0; 2), лабораторные электронные весы ВК-1500, разновес технический от 10мг до 100г, кондуктометр КП150МИ (с сертификатом поверки), термодатчик ТДС-3 (для Эксперт-001), стол лабораторный низкий ЛАБ-1200 ЛЛн, стол островной физич. ЛАБ-1200 ОЛ, ЛАБ-1200 ШВФ-Н шкаф вытяжной, ЛАБ-PRO-СВ120-Г стол для весов, ЛАБ-PRO-СХ-Т2 стол для хроматографа, компьютер, принтер, ноутбук, мультимедийный проектор, ЛАБ-1200 СП стол письменный, ЛАБ-800 ШД шкаф для документов</p>	
--	--	---	--

## 7. Оценочные средства

### Вопросы для письменной части зачёта

1. Методы моделирования и области их применения. Основные понятия и определения.
2. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике.
3. Роль теоретических и экспериментальных методов в исследованиях.
4. Виды подобия, модели и моделирование.
5. Физическое и математическое моделирование.
6. Моделирование на ЭВМ. Основные понятия и определения
7. Основы классификация методов исследований.
8. Составление и решение дифференциальных уравнений, описывающих процессы химической технологии.
9. Структурные схемы объектов химической технологии
10. Общие принципы и этапы построения математической модели.
11. Общие принципы анализа типовых технологических процессов.
12. Общие принципы построения модели процесса.
13. Системный анализ процессов химической технологии.
14. Блочный принцип описания объекта исследований.
15. Схема построения математических моделей процессов химической технологии.
16. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.
17. Математическое описание процессов химического превращения (кинетические модели).
18. Основные понятия химической кинетики.
19. Особенности гетерогенных химических процессов.
20. Методы определения кинетических характеристик химических реакций. Построение кинетических моделей.
21. Математическое описание процессов перемещения веществ (гидродинамические модели)
22. Модели структуры потоков. Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения. Диффузионная модель.
23. Передаточная функция объекта с полузамкнутым каналом и структурой потока, соответствующей диффузионной модели
24. Математические модели химических реакторов
25. Характеристика химических реакторов.
26. Математические модели химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения.
27. Сравнение химических реакторов идеального перемешивания и идеального вытеснения.
28. Математическая модель каскада реакторов идеального перемешивания.
29. Математические модели некоторых теплообменных и абсорбционных аппаратов.
30. Математические модели простейших типов теплообменных аппаратов. Математическая модель противоточного теплообменника с сосредоточенными параметрами.
31. Математическая модель противоточного абсорбционного аппарата
32. Классификация и общий вид уравнений статистических моделей. Статистические модели объектов на основе пассивного и активного эксперимента (полный и дробный факторный эксперимент). Статистические модели области оптимума объекта исследования
33. Оптимизация химико-технологических процессов. Понятие об оптимизации. Критерий оптимальности.
34. Методы решения оптимальных задач.
35. Математические модели как основа оптимизации технологических процессов.
36. Оптимизация методом дифференциального исчисления.
37. Частные задачи оптимизации химических реакторов.



**2. Укажите правильный ответ:**

Алгоритм моделирования с использованием статистических моделей включает этапы

- а) анализ, идентификация;
- б) адекватность, чувствительность;
- в) адекватность, симуляция.

**3. Укажите правильный ответ:**

На этапе анализа объекта использовался план эксперимента:

- а) двухфакторный одноуровневый;
- б) трехфакторный двухуровневый;
- в) двухфакторный трехуровневый.

**4. Укажите правильный ответ:**

Статистические модели используют

- а) вероятностный подход, физико-химические законы;
- б) принцип черного ящика, набор дискретных экспериментальных данных;
- в) детерминированный подход, уравнения для соответствующих процессов.

**5. Укажите правильный ответ:**

Выходная функция представляла собой

- а) концентрацию источника кристалла;
- б) скорость эпитаксии;
- в) объемную скорость роста.

**6. Укажите правильный ответ:**

Условием неадекватности модели является:

- а) равенства рассчитанного значения критерия адекватности над заданным;
- б) превышение рассчитанного значения критерия Стьюдента над табличным;
- в) превышение рассчитанного значения критерия Фишера над табличным

**7. Укажите правильный ответ:**

Процедура кодирования входных переменных предполагает задание

- а) максимального уровня;
- б) среднего уровня;
- в) уровня значимости

**8. Укажите правильный ответ:**

Расчет критерия Фишера проводится с целью

- О расчета коэффициентов;
- О проверки значимости коэффициентов;
- О проверки адекватности модели.

**9. Укажите правильный ответ:**

Целевым результатом моделирования с помощью использованной статистической модели может быть

- а) график зависимости скорости от времени;
- б) дискретное значение скорости в поле эксперимента;
- в) рассчитанное значение скорости при максимальной температуре.

**10. Укажите правильный ответ:**

Охарактеризуйте в качестве одного из этапов моделирования ХТП процедуру анализа объекта моделирования

- а) назначение
- б) содержание
- в) пример

**11. Укажите правильный ответ:**

Моделирование – это:

- а) метод теоретического исследования;
- б) метод экспериментального исследования;
- в) метод исследования, связанный с построением и исследованием моделей, основанный на возможности переноса знаний с модели на изучаемый объект;

**12. Укажите правильный ответ:**

Критерии подобия – это:

- а) особые безразмерные числа;
- б) величины, составленные из характеристик объекта или процесса таким образом, что размерности этих характеристик сокращаются;
- в) безразмерные величины, составленные из характеристик процесса или объекта, которые остаются неизменными при переходе от модели к объекту.

**13. Укажите правильный ответ:**

Функции модели:

- а) замена изучаемого объекта;
- б) замена изучаемого объекта на период исследования;
- в) получение знаний об объекте без непосредственного контакта с ним.

**14. Укажите правильный ответ:**

Если анализ размерностей не приводит к формуле, то он может проводиться с целью:

- а) установления полноты группы исходных величин;
- б) получения ответа на вопрос, существует ли функция, связывающая исходные величины;
- в) получения “частей” оставшейся неизвестной, но существующей функции, связывающей исходные величины;
- г) выявления критериев подобия объектов или процессов;
- д) ранжирования величин, принимаемых за входные по степени их влияния на величину, принятую в качестве выходной;

**15. Укажите правильный ответ:**

Гармонический анализ процессов – это

- а) изменение характеристики или параметра объекта во времени или по любому другому параметру;
- б) изменение состояния объекта;
- в) последовательность определенных действий, операций;
- г) последовательность значений наблюдаемого параметра, отображающая изменение этого параметра по времени или по какому-либо другому параметру.

**16. Укажите правильный ответ:**

Анализ – это:

- а) метод исследования, связанный с разложением изучаемого объекта на составляющие;
- б) метод исследования, связанный с изучением объекта или процесса как целого;

в) метод исследования, с использованием которого в зависимости от целей исследования изучаемый объект или разлагается на составляющие, или рассматривается как целое.

**17.** Укажите правильный ответ:

Гармонический анализ – это:

- а) процедура разложения функции, описывающей изучаемый процесс, в ряд Фурье;
- б) метод исследования периодических процессов, позволяющий изучить их структуру, установить причины, обуславливающие наблюдаемый процесс;
- в) математический прием, позволяющий заменить функцию, описывающую изучаемый процесс, суммой простых периодических функций, выявления свойств этой функции и их связи с наблюдаемыми ее особенностями.

**18.** Укажите правильный ответ:

Гармоника – это:

- а) математическая составляющая ряда Фурье, в который раскладывается функция, описывающая изучаемый процесс, имеющая формальный характер;
- б) составляющая спектра изучаемого процесса, существование которой обусловлено конкретными физическими причинами;
- в) составляющая изучаемого процесса, связанная с конкретным физическим фактором (причиной) и отображающая вклад этого фактора в наблюдаемый процесс;
- г) функция синусоидального типа, описывающая действие конкретной причины, вызывающей изменение наблюдаемой характеристики изучаемого процесса.

**19.** Укажите правильный ответ:

Реализация случайной функции – это ее:

- а) графическое изображение;
- б) график;
- в) вид, который она принимала на интервале наблюдения;
- г) графическая регистрация случайной функции с помощью технических средств.

**20.** Укажите правильный ответ:

Математическое ожидание – это:

- а) неслучайная функция, описывающая изменение наиболее вероятного значения
- б) случайной функции в каждом ее сечении;
- в) функция, являющаяся мерой неслучайного в случайном;
- г) обычное среднее.

**21.** Укажите правильный ответ:

Дисперсия – это:

- а) количественная характеристика случайного процесса, не имеющая определенного физического смысла;
- б) количественная мера интенсивности случайных колебаний наблюдаемой характеристики относительно математического ожидания;
- в) количественная мера изменчивости наблюдаемой характеристики случайного процесса;
- г) средний квадрат отклонения случайного процесса от математического ожидания;

**22.** Укажите правильный ответ:

Корреляционная функция – это:

- а) функция, описывающая зависимость коэффициента корреляции между сечениями случайной функции от расстояния между ними;
- б) характеристика изменчивости случайного процесса;



в) характеристика случайного процесса, не имеющая определенного физического содержания;

г) характеристика тесноты связи между мгновенными значениями случайного процесса.

**23.** Укажите правильный ответ:

Корреляционные связи – это связи:

а) обусловленные пространственно-временным синхронизмом;

б) нечеткие причинно-следственные;

в) особый вид связей, не сводимых ни к первой, ни ко второй трактовке.

**24.** Укажите правильный ответ:

Случайный процесс – это:

а) процесс, описываемый случайной функцией;

б) процесс  $x(t)$ , значение которого при любом значении аргумента  $t$  является случайной величиной;

в) процесс, в котором отсутствуют закономерности, устойчивые связи между мгновенными значениями, который имеет вид хаотических, нерегулярных изменений;

г) цепь случайных событий;

д) цепь случайных величин, связанных корреляционными связями.

**25.** Укажите правильный ответ:

Для моделирования случайных процессов используются авторегрессии. Авторегрессия – это:

а) числовая последовательность, построенная по специальным алгоритмам;

б) коррелированная числовая последовательность;

в) числовая последовательность, каждый элемент которой является линейной комбинацией некоторого числа предшествующих элементов;

г) числовая последовательность, каждый элемент которой определенным образом связан с предшествующими элементами;

**26.** Укажите правильный ответ:

Для расчета коэффициентов авторегрессии необходимо знать:

а) значения математического ожидания моделируемого процесса при некоторых значениях аргумента;

б) значения дисперсии моделируемого процесса при некоторых значениях аргумента;

в) значения математического ожидания и дисперсии моделируемого процесса при некоторых значениях аргумента;

г) значения корреляционной функции моделируемого процесса при некоторых значениях ее аргумента.

**27.** Укажите правильный ответ:

Выбор порядка авторегрессии осуществляется:

а) произвольно;

б) исходя из физического смысла моделируемого случайного процесса;

в) по корреляционной функции, определяемой по реализации моделируемого случайного процесса;

**28.** Укажите правильный ответ:

Динамические характеристики объектов – это:

а) величины, описывающие поведение объектов в динамике;

б) функции, описывающие поведение объектов в динамике;

- в) функции, описывающие реакции объектов на входные воздействия;
- г) функции, описывающие реакции объектов на типовые входные воздействия;

**29.** Укажите правильный ответ:

Линейно растущее типовое входное воздействие применяется для:

- а) определения реакции объекта при медленном нарастании входного воздействия;
- б) определения предельного уровня реакции объекта (если он существует в диапазоне значений входного воздействия);
- в) изучения реакции объекта, когда высок риск его повреждения при других типовых воздействиях;
- г) для изучения реакции объекта, когда типовые воздействия других видов по каким-либо причинам подать на вход объекта невозможно;

**30.** Укажите правильный ответ:

Амплитудно-частотная характеристика – это:

- а) функция, описывающая зависимость разности амплитуд реакции объекта и входного воздействия от частоты входного воздействия;
- б) функция, описывающая зависимость отношения амплитуд реакции объекта и входного воздействия от частоты входного воздействия;
- в) функция, описывающая зависимость амплитуды реакции объекта от частоты входного воздействия.