




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

 Каленик Т.К.

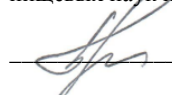
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«14» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента

пищевых наук и технологий

 Ю.В. Приходько

(подпись) (Ф.И.О.)

«14» июня 2019 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Системы управления биотехнологическими процессами»**

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

Магистерская программа «Агропищевая биотехнология»

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 /пр. 8 /лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО 12 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

курсовая работа / курсовой проект - \_\_\_\_\_ семестр

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен 1 -семестр

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282.

УМКД обсужден на заседании Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины ДФУ протокол № 6 от «14» июня 2019 г.

Директор ДПНиТ д.т.н., профессор Приходько Ю.В.

Составитель (ли): д.б.н., проф. Т.К. Каленик

## **АННОТАЦИЯ**

учебно-методического комплекса дисциплины  
**«Системы управления биотехнологическими процессами»**  
Направление подготовки: 19.04.01 «Биотехнология»  
Магистерская программа: «Агропищевая биотехнология»

Учебно-методический комплекс дисциплины «Системы управления биотехнологическими процессами» разработан для студентов 1 курса и относится к ее вариативной части (дисциплина по выбору) по направлению 19.04.01 «Биотехнология» магистерская программа «Агропищевая биотехнология» в соответствии с требованиями ОС ДВФУ по данному направлению и положением об учебно-методических комплексах дисциплин образовательных программ высшего профессионального образования (утверждено приказом ректора ДВФУ от 17.04.2012 № 12-13-87).

Дисциплина «Системы управления биотехнологическими процессами» входит в вариативную учебную программу.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа студента (36 часов). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре.

Целью изучения дисциплины является научить студента применять знания о системах управления биотехнологическими процессами для решения типовых профессиональных задач биотехнологии.

Задача дисциплины: формирование необходимой базы знаний для проведения анализа, выявления и решения вопросов, связанных со спецификой проведения биотехнологических процессов и работой с объектами биотехнологии.

Дисциплина «Системы управления биотехнологическими процессами» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Современные тенденции развития биотехнологии», «Методология научных исследований

в биотехнологии», «Администрирование и управление сельского хозяйства и агропромышленного комплекса».

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций.

Учебно-методический комплекс включает в себя:

- рабочую программу учебной дисциплины;
- учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся (приложение 1);
- фонд оценочных средств (приложение 2).

Директор Департамента  
пищевых наук и технологий



\_\_\_\_\_ Ю.В. Приходько




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

 Каленик Т.К.


(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«14» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Департамента

пищевых наук и технологий

 Ю.В. Приходько

(подпись) (Ф.И.О.)

«14» июня 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Системы управления биотехнологическими процессами**  
**Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология**  
**магистерская программа «Агропищевая биотехнология»**  
**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 1  
лекции 18 час.  
практические занятия 18 час.  
лабораторные работы \_\_\_\_\_ час.  
в том числе с использованием МАО лек. 4 /пр. 8 /лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
в том числе с использованием МАО 12 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
курсовая работа / курсовой проект - \_\_\_\_\_ семестр  
зачет \_\_\_\_\_ семестр  
экзамен 1 -семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015

№ 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента пищевых наук и технологий Школы биомедицины ДВФУ протокол № 6 от «14» июня 2019 г.  
Директор Департамента Ю.В. Приходько

Директор ДПНиТ д.т.н., профессор Приходько Ю.В.  
Составитель (ли): д.б.н., проф. Т.К. Каленик

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор Департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа дисциплины «Системы управления биотехнологическими процессами» разработан для студентов 1 курса и относится к ее вариативной части (дисциплина по выбору) по направлению 19.04.01 «Биотехнология» магистерская программа «Агропищевая биотехнология» в соответствии с требованиями ОС ДВФУ по данному направлению и положением об учебно-методических комплексах дисциплин образовательных программ высшего профессионального образования (утверждено приказом ректора ДВФУ от 17.04.2012 № 12-13-87).

Дисциплина «Системы управления биотехнологическими процессами» входит в вариативную учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), самостоятельная работа студента (36 часа). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 1 семестре.

Целью изучения дисциплины является научить студента применять знания о системах управления биотехнологическими процессами для решения типовых профессиональных задач биотехнологии.

Задача дисциплины: формирование необходимой базы знаний для проведения анализа, выявления и решения вопросов, связанных со спецификой проведения биотехнологических процессов и работой с объектами биотехнологии.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ПК-9</b> готовность использовать основные принципы организации метрологического	Знает	основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов
	Умеет	использовать основные принципы организации метрологического обеспечения производства

обеспечения производства		сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов
	Владеет	навыками использования основных принципов организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов
<b>ПК- 10</b> способность к разработке системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества	Знает	принципы разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества
	Умеет	разрабатывать систему менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества
	Владеет	принципами разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества
<b>ПК- 16</b> способность осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	Знает	работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
	Умеет	осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
	Владеет	знаниями работы средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
<b>ПК- 17</b> готовность к проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов	Знает	правила проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов
	Умеет	Проводить опытно-промышленную отработку технологии и масштабированию процессов
	Владеет	Знаниями в проведении опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов
<b>ПК- 19</b> способность к анализу показателей технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам	Знает	показатели технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам
	Умеет	анализировать показатели технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам
	Владеет	способностью к анализу показателей технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(18 Ч)

## **Раздел 1. Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем**

Компьютерное моделирование в настоящее время все чаще становится неотъемлемой частью не только технической сферы, но и всех видов человеческой деятельности. Однако этот термин пока не имеет общепринятого формального определения, и его границы в смысловом отношении еще нечетко очерчены. Такая ситуация характерна для любого научного направления на стыке его становления и быстрого развития. С достаточно общих позиций компьютерное моделирование можно рассматривать как один из самых мощных методов и инструментов познания, анализа и синтеза, которым располагают специалисты, ответственные за разработку и функционирование сложных технических устройств и технологических объектов (например, процессов, аппаратов и систем биотехнологии).

### **Тема 1. Системный анализ биотехнологических объектов**

У исследователя появляется возможность экспериментировать с моделью объекта даже в тех случаях, когда делать это на реальном объекте практически невозможно или нецелесообразно. Основу современного кибернетического подхода к решению задач анализа и синтеза биотехнологических объектов составляет системный анализ. Сущность системного анализа определяется его стратегией, в основе которой лежат общие принципы, применимые к решению любой системной задачи.

К ним можно отнести:

- 1) четкую формулировку цели исследования, постановку задачи по достижению заданной цели и определение критерия эффективности решения задачи;
- 2) разработку развернутой стратегии исследования с указанием основных этапов и направлений в решении задачи: последовательно-параллельное продвижение по всему комплексу взаимосвязанных этапов и



возможных направлений; организацию последовательных приближений и повторных циклов исследований на отдельных этапах; принцип нисходящей иерархии анализа и восходящей иерархии синтеза при решении составных частных задач. При этом формализация системы осуществляется с помощью математической модели, отображающей связь между выходными переменными системы, ее внутренними параметрами и входными переменными, в том числе управляющими и возмущающими воздействиями. Методология математического моделирования предусматривает тщательную отработку моделей. Развитие прикладных биотехнологий, гибких автоматизированных производственных систем и устройств и других быстро развивающихся наукоемких отраслей привели к дальнейшему усложнению разрабатываемых и эксплуатируемых технических устройств, биотехнологических процессов, аппаратов и систем. Их экспериментальная отработка стала требовать все больших затрат времени и материальных ресурсов, а в ряде случаев ее проведение в полном объеме превратилось в проблему, не имеющую приемлемого решения. В этих условиях существенно увеличилось значение расчетно-теоретического анализа характеристик таких устройств, технологий и систем. Этому способствовал и прорыв в совершенствовании вычислительной техники и численных методов, приведший к появлению современных ЭВМ с феноменальными объемом памяти и скоростью выполнения арифметических операций. В результате возникла материальная база для становления и быстрого развития компьютерного моделирования (математического моделирования и вычислительного эксперимента) не только в качестве расчетно-теоретического сопровождения на стадии отработки технических устройств, технологических процессов, аппаратов и систем биотехнологии, но и при их проектировании, подборе и оптимизации их эксплуатационных режимов, анализе надежности и прогнозировании отказов и аварийных ситуаций, а также при оценке возможностей форсирования характеристик и модернизации технических устройств, технологических процессов,

аппаратов и систем биотехнологии. Компьютерное моделирование биотехнологических систем опирается на методологию, технологию и алгоритмизацию разработки компьютерных моделей с учетом показателей информационной неопределенности; организацию проведения компьютерного эксперимента с моделью и мультимедийного представления результатов; развитие положений интеллектуального моделирования, включающего вопросы диагностики состояния и прогнозирования эволюции систем и компьютерного анализа причинно-следственных связей на микро- и макроуровнях; отслеживание динамики функционирования основных элементов биотехнологических систем, позволяющей принимать оптимальные решения в режиме оперативного управления.

Собственно компьютерное моделирование представляет собой процесс конструирования модели реального объекта (системы) и постановки вычислительных экспериментов на этой модели с целью либо понять (исследовать) поведение этой системы, либо оценить эффективность различных стратегий (алгоритмов) ее функционирования с помощью реализуемых на компьютерах вычислительно-логических алгоритмов. Таким образом, процесс компьютерного моделирования включает и конструирование модели, и ее применение для решения поставленной задачи: анализа, исследования, оптимизации или синтеза (проектирования) биотехнологических процессов, аппаратов и систем.

Не менее важно и то, что современные средства интерфейса дают возможность вести с ЭВМ диалог - анализировать альтернативы, проверять гипотезы, экспериментировать с математическими моделями. Практическая реализация возможностей компьютерного моделирования существенно повышает эффективность инженерных разработок особенно при создании принципиально новых, не имеющих прототипов технологических машин и приборов, материалов и технологий, что позволяет сократить затраты времени и средств на использование в технике и технологиях передовых достижений физики, химии, механики и других фундаментальных наук.

Отмеченные возможности компьютерного моделирования еще далеко не исчерпаны, представляются достаточно перспективными и поэтому заслуживают детального рассмотрения.

## **Тема 2. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании**

Изучая сложные технологические процессы, аппараты и физико-химические явления, мы не можем учесть все факторы: какие-то оказываются существенными, а какими-то можно пренебречь. При этом выдвигается система допущений, которая тщательно обосновывается и позволяет выявить и учесть при математическом описании наиболее характерные черты исследуемого объекта. В результате формируется математическая модель исследуемого технологического объекта. В процессе компьютерного моделирования исследователь имеет дело с тремя объектами: системой (реальной, проектируемой, воображаемой), математической моделью и программой ЭВМ, реализующей алгоритм решения уравнений модели. Традиционная схема компьютерного моделирования как единого процесса построения и исследования модели, имеющего соответствующую программную поддержку, может быть представлена в виде совокупности этапов. Исходя из того, что компьютерное моделирование применяется для исследования, оптимизации и проектирования реальных технологических объектов (систем), можно выделить следующие этапы этого процесса:

1) определение объекта - установление границ, ограничений и измерителей эффективности функционирования объекта;

2) формализацию объекта (построение модели) - переход от реального объекта к некоторой логической схеме (абстрагирование);

3) определение объекта - установление границ, ограничений и измерителей эффективности функционирования объекта.

4) формализацию объекта (построение модели) - переход от реального объекта к некоторой логической схеме (абстрагирование);

5) подготовку данных - отбор данных, необходимых для построения модели, и представление их в соответствующей форме;

6) разработку моделирующего алгоритма и программы ЭВМ;

7) оценку адекватности - повышение до приемлемого уровня степени уверенности, с которой можно судить относительно корректности выводов о реальном объекте, полученных на основании обращения к модели;

8) стратегическое планирование - планирование вычислительного эксперимента, который должен дать необходимую информацию;

9) тактическое планирование - определение способа проведения каждой серии испытаний, предусмотренных планом эксперимента;

10) экспериментирование - процесс осуществления имитации с целью получения желаемых данных и анализа чувствительности;

11) интерпретацию - построение выводов по данным, полученным путем имитации;

12) реализацию - практическое использование модели и результатов моделирования;

13) документирование - регистрация хода осуществления процесса компьютерного моделирования и его результатов, а также документирование этого процесса. Перечисленные этапы компьютерного моделирования определены в предположении, что сформулированная задача может быть решена наилучшим образом именно этим методом.

Совокупность понятий и отношений, выраженных при помощи системы математических символов и обозначений и отражающих наиболее существенные (характерные) свойства изучаемого объекта, называют математической моделью этого объекта.

В достаточно общем случае изучаемый технический или технологический объект (ТО) количественно можно охарактеризовать

векторами  $x(\mathbb{R})$ ,  $a(\mathbb{R})$ ,  $y(\mathbb{R})$ , и  $R_k$ , входных, внутренних, выходных и неопределенных (возмущающих) переменных (параметров) соответственно.

Из сказанного ранее следует, что при изучении реально существующего или мыслимого ТО математические методы применяют к его ММ. Причем это применение будет эффективным, если свойства ММ удовлетворяют определенным требованиям. Рассмотрим основные из этих свойств. Полнота ММ позволяет отразить в достаточной мере именно те характеристики и особенности ТО, которые интересуют нас с точки зрения поставленной цели проведения компьютерного моделирования. Например, модель может достаточно полно описывать протекающие в объекте процессы, но не отражать его габаритные, массовые или стоимостные показатели. Причинно-следственную связь между нашими параметрами будем задавать с помощью множества функциональных связей. Элементами множеств  $A \cup X$ , могут быть числа или функции, а элементами  $\Phi$  - соответственно функции или операторы. Все множества конечны, однако число элементов в них достаточно велико. Множество  $\Phi$ , отображающее зависимости вектора выходных переменных  $Y$  технологического объекта от его входных переменных  $X$ , внутренних параметров  $A$  и возмущающих воздействий, будем называть математической моделью. Очень часто множество  $\Phi$  состоит из системы уравнений, поэтому определение математической модели объекта можно также сформулировать следующим образом: математическая модель - система уравнений, связывающая выходные параметры  $Y$  объекта с входными параметрами  $X$ , внутренними параметрами  $A$  при наличии влияния возмущающих параметров. Полнота модели определяется допущениями, которые мы приняли при составлении системы уравнений математической модели. Допущения - явления, которыми мы пренебрегаем при построении ММ. Точность ММ дает возможность обеспечить приемлемое совпадение реальных и найденных при помощи ММ значений выходных переменных ТО.

Адекватность ММ - это способность ММ отображать выходные переменные ТО с относительной погрешностью не более некоторого заданного значения ?.

Экономичность ММ оценивают затратами на вычислительные ресурсы (машинное время и память), необходимые для проведения вычислительного эксперимента с ММ на ЭВМ.

Робастность ММ характеризует ее устойчивость по отношению к погрешностям исходных данных, способность нивелировать эти погрешности и не допускать их чрезмерного влияния на результат вычислительного эксперимента.

Продуктивность ММ связана с возможностью располагать достаточно достоверными исходными данными.

Структурные ММ делят на топологические и геометрические, составляющие два уровня иерархии ММ этого типа. Первые отображают состав ТО и связи между его элементами. Топологическую ММ целесообразно применять на начальной стадии исследования сложного по структуре ТО, состоящего из большого числа элементов, прежде всего для уяснения и уточнения их взаимосвязи. Такие ММ имеют форму графов, таблиц, матриц, списков и т.п.; ее построению обычно предшествует разработка структурной схемы ТО. Геометрические ММ дополнительно к информации, представленной в топологической ММ, содержат сведения о форме и размерах ТО и его элементах, об их взаимном расположении. Геометрические модели находят применение при проектировании ТО, разработке технической документации и технологических процессов изготовления его элементов (например, на станках с числовым программным управлением).

Сформулируем теперь конкретные критерии, которым должна удовлетворять «хорошая» модель. Такая модель должна быть:

- 1) простой и понятной пользователю;
- 2) целенаправленной;
- 3) надежной в смысле гарантии от абсурдных ответов;
- 4) удобной в управлении и обращении;
- 5) полной с точки зрения возможностей решения поставленных задач;
- 6) адаптивной, т.е. позволяющей легко переходить к другим модификациям или обновлять данные;
- 7) допускающей постепенные изменения в том смысле, что будучи вначале простой, она может во взаимодействии с пользователем становиться все более сложной и точной.

### **Тема3.Методология компьютерного моделирования**

На первом этапе осуществляется неформальный переход от рассматриваемого ТО к его расчетной схеме. При этом в зависимости от направленности вычислительного эксперимента и его конечной цели акцентируют те свойства, условия работы и особенности ТО, которые вместе с характеризующими их параметрами должны найти отражение в расчетной схеме, и, наоборот, аргументируют допущения, позволяющие не учитывать при моделировании те качества ТО, влияние которых предполагают в рассматриваемом случае несущественным. При разработке новых ТО успешное проведение первого этапа в значительной степени зависит от профессионального уровня инженера, его творческого потенциала и интуиции. Полнота и правильность учета в расчетной схеме свойств ТО, существенных с точки зрения поставленной цели исследования, являются основной предпосылкой получения в дальнейшем достоверных результатов математического моделирования.

На этом же этапе проводят качественный и оценочный количественный анализ построенной ММ. При этом могут быть выявлены противоречия,

ликвидация которых потребует уточнения или пересмотра расчетной схемы ТО. Количественные оценки могут дать основания упростить модель, исключив из рассмотрения некоторые параметры, соотношения или их отдельные составляющие, несмотря на то, что влияние описываемых ими факторов учтено в расчетной схеме (содержательной или концептуальной модели). В большинстве случаев, принимая дополнительные по отношению к расчетной схеме допущения, полезно построить такой упрощенный вариант ММ, который позволял бы получить или привлечь известное точное решение. Это решение затем можно использовать для сравнения при тестировании результатов на последующих этапах. Второй этап связан с разработкой метода расчета сформулированной математической задачи, или, как говорят, вычислительного или моделирующего алгоритма. Фактически он представляет собой совокупности алгебраических формул, по которым ведутся вычисления, и логических условий, позволяющих установить нужную последовательность применения этих формул. Вычислительные алгоритмы должны не искажать основные свойства модели и, следовательно, исходного технологического объекта, быть экономичными и адаптирующимися к особенностям решаемых задач. По методу составления уравнений (функциональных зависимостей  $F, f$ ) ММ их можно подразделить на формальные (эмпирические, регрессионные) и неформальные (аналитические). При построении эмпирических (регрессионных) ММ структура функциональных зависимостей  $F, f$  задается на основе некоторых формальных соображений, не имеющих связи с типом технологического объекта, его конструктивными особенностями, механизмами протекающих процессов. Задание  $F, f$  в формальных ММ производится с учетом удобства последующего использования уравнений или простоты определения вектора  $a$  по экспериментальным данным. Под удобством использования ММ понимается возможность получения аналитического решения  $y(x, a)$  или экономичного нахождения приближенного решения на ЭВМ и используемых компьютеров.



## **Тема 4. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов**

Осуществление отдельных этапов компьютерного моделирования требует определенных знаний, навыков и практической подготовки в области технологических объектов подвергаемых математическому моделированию. Основным понятием в области биотехнологических процессов и систем является понятие биотехнологии. Биотехнология - это целенаправленное получение ценных для народного хозяйства и различных областей человеческой деятельности продуктов, в процессе которых используется биохимическая деятельность микроорганизмов, изолированных клеток или их компонентов.

В качестве основных видов биохимической деятельности микробиообъектов, используемых в биотехнологии, как правило, выступают следующие:

Рост клеточной массы биореагентов, которые и представляют собой продукт. К данному классу процессов относится получение пекарских дрожжей в пищевой промышленности, кормовых дрожжей в сельском хозяйстве, вакцин в медицине.

Образование (биосинтез) в процессе роста и развития клеток ценных биохимических продуктов - некоторые из которых выделяются в среду (внеклеточные продукты), некоторые накапливаются в биомассе (внутриклеточные продукты). В этих случаях производство существует ради получения таких продуктов, а не самой биомассы, которая часто является балластом.

Биотрансформация - процесс, в результате которого под воздействием биологической деятельности микроорганизмов или ферментов происходит изменение химического состава исходного химического вещества. Примером процесса биотрансформации является превращение глюкозы во фруктозу под

воздействием фермента глюкоизомеразы или глицерина в диоксиацетон под воздействием глюконобактерий.

Потребление микроорганизмами из жидких сред различных веществ, которые являются загрязнителями. В ходе данных процессов биомасса микроорганизмов является промежуточным агентом. Такие процессы применяют при биохимической очистке сточных вод.

Выщелачивание с помощью микроорганизмов, т.е. перевод в растворенное состояние некоторых веществ, находящихся в твердых телах. Примером данных процессов является микробиологическое выщелачивание металлов из руд в добывающей и металлургической промышленности.

Использование биохимической деятельности микроорганизмов с целью образования газов и за счет этого создания, например, пористых материалов. Данные процессы широко используются в пищевой промышленности при приготовлении хлеба, пива или шампанского. При математическом описании перечисленных процессов основная задача сводится к оценке реакции микрореагентов на различные возмущающие факторы среды. При этом микрореагенты представляют собой весьма сложные объекты, математическое описание которых с традиционных представлений применяемых для описания технологических объектов оказывается затруднительным и возможно только на основе обширной системы допущений. В виду этого в последние десятилетия особой популярностью пользуется синергетический подход, разработанный Г. Никольсом и И. Пригожиным для неравновесных систем в химии и биологии. Другим распространенным методом описания биотехнологических микрореагентов является применение геометрических моделей, называемых клеточными автоматами. Клеточные автоматы были впервые рассмотрены фон Нейманом и Уламом в 1948 г. и позднее популяризированы Д. Конвеем в 1970 г. в виде игры «Жизнь». Особенностью клеточных автоматов является то, что они представляют собой математическую идеализацию биологических систем, в

которых пространство и время дискретны, а физические параметры среды принимают конечное множество дискретных значений. Указанные математические модели широко используются для описания сложных биологических процессов и систем, примерами которых могут являться: процессы мутации штаммов микроорганизмов, сложные биохимические процессы (например, гликолиз), процессы эволюции экосистем и многие другие.

Кинетика биотехнологических процессов изучает закономерности изменения скорости роста микроорганизмов и биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от текущих концентраций субстратов, биомассы, продуктов метаболизма, температуры и pH среды. Рассмотрим кинетические закономерности биотехнологических процессов более подробно. Наиболее распространены уравнения, описывающие кинетику в зависимости от концентрации лишь одного субстрата, который называют лимитирующим; другие субстраты при этом полагаются находящимися в избытке и не влияющими на скорость роста.

## **Раздел 2. Примеры компьютерного моделирования простейших типовых биотехнологических процессов и систем.**

### **Тема 1. Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов.**

Микробиологический синтез (биосинтез) - это процесс, который протекает с участием микроорганизмов и сопровождается образованием биомассы. Целевым продуктом биосинтеза является либо сама биомасса, либо различные вещества, продуцируемые микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности. Основные стадии процесса биосинтеза - рост микроорганизмов и накопление биомассы - происходит в ферментаторах, работающих чаще всего периодически. В них загружают питательную среду и засевную дозу микроорганизмов. Образовавшуюся культуральную жидкость интенсивно перемешивают. Однако, несмотря на перемешивание,

культуральная жидкость не является однородной. Во-первых, клетки микроорганизмов могут объединяться, образуя агломераты; во-вторых, неоднородной является сама питательная среда: в ней могут содержаться диспергированные капли плохо растворимых углеводов и пузырьки газа. Кроме того, неодинаковыми могут быть и размеры клеток. При моделировании периодического процесса биосинтеза при неоднородной биомассе полагают, что лимитирующий субстрат находится в питательной среде в растворенном виде, а биомасса, загружаемая в аппарат, представляет собой совокупность отдельных агломератов различной массы.

## **Тема2.Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов**

Есть две разновидности непрерывных процессов культивирования микроорганизмов: процессы полного вытеснения, или тубулярные, и процессы полного перемешивания, или хемостатные. Рассмотрим тубулярный процесс культивирования. В ходе данного процесса питательная среда и посевной материал непрерывно поступают в аппарат, в котором нет обратного смешения. Аппарат выполняется в виде длинной трубы большого диаметра.

Структурная схема математической модели ферментатора.

В потоках газов или жидкостей перенос вещества осуществляется как за счет непосредственного соприкосновения молекул и их взаимодействия (молекулярный перенос, определяемый законами микрокинетике), так и за счет переноса вещества частицами жидкости - конгломератами молекул, - перемещающимися от одной точки данной среды в другую (вихревой перенос, определяемый законами макрокинетике). Преимущественно влияние того или иного механизма определяется гидродинамической обстановкой процесса. Механизм переноса в пределах каждой фазы непосредственно связан с гидродинамикой однофазного потока, механизм же переноса через поверхность раздела фаз - с гидродинамикой двухфазного

потока. Поэтому при макропереносе вещества важное значение приобретает вихревое движение жидкости, так как вихри являются переносчиками энергии и вещества в потоке. В процессе движения жидкости происходит изменение некоторых физических величин, по которым можно оценивать сам процесс движения. Изменение физической величины в общем случае может происходить как в данной точке со временем (локальное изменение), так и при переходе от одной точки пространства к другой (конвективное изменение).

### **Тема 3. Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа**

Биокатализ и биотрансформация являются процессами химического превращения одного или более веществ, протекающими под действием катализаторов-ферментов, применяемых в очищенном виде или в составе клеток микроорганизмов либо изолированных животных или растительных клеток. При этом биотрансформация - это относительно неглубокое химическое превращение уже в основном сформированного химического соединения под влиянием ферментов. При биокатализе же возможен синтез нового вещества из различных по структуре реагентов или разложение сложного вещества под воздействием ферментов.

### **Тема 4. Математическое моделирование мембранных процессов в биотехнологии**

Мембранные методы используются в биотехнологии для выделения, очистки и концентрирования продуктов. Все они внешне похожи на фильтрацию (поскольку схема процесса включает в себя полу-проницаемую перегородку), но предназначены для разделения частиц разного размера и несколько отличаются по движущей силе процесса и аппаратурному оформлению. Так, например, для отделения микроорганизмов и взвешенных частиц используется микрофильтрация. В процессе выделения и очистки продукта чаще используются мембранные методы другого типа: диализ,

ультрафильтрация и обратный осмос, которые позволяют отделять уже не только твердую фазу, но и просто растворенные в жидкости молекулы, причем не обязательно очень большие по размеру. Ультрафильтрация проводится обычно при размерах частиц или молекул от 10 нм до 10 мкм, обратный осмос и диализ - при размерах от 0,5 нм до 0,5 мкм.

Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине

В настоящее время биотехнология активно используется в медицине для получения вакцин, антибиотиков, витаминов, иммуномодуляторов, инсулина, иммунодепрессантов, кровезаменителей, моноклональных антител. Приведенные примеры, конечно, не исчерпывают всех перспектив биотехнологии в медицине, но они демонстрируют первостепенную важность биотехнологии для этого вида человеческой деятельности. Мероприятие заключается в подключении металлических электродов к пораженному участку органа.

II. В пособии рассмотрены основные аспекты математического моделирования биотехнологических процессов и систем. Дана строгая классификация математических моделей их структура, свойства и основные определения, позволяющие четко определить цели и задачи компьютерного моделирования и ее роли в исследовании сложных биотехнологических систем. Приведены четкие представления об основных этапах компьютерного моделирования. Исходя из классификации биотехнологических процессов, сформулированы основные их особенности и отличия от химико-технологических процессов. Особое внимание обращено на фундаментальные модели роста микроорганизмов, накопления продуктов метаболизма и изменение концентрации субстрата в ходе биотехнологических процессов. Оценено влияние различных факторов окружающей среды на кинетику этих процессов. Рассмотрены и

проиллюстрированы типичные задачи, возникающие при синтезе и анализе различных нелинейных биотехнологических процессов и систем.

### **III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

#### **Практические занятия ( 18 час.)**

**Занятие 1.** Современное состояние и тенденции развития биотехнологии и методов стандартизации. Стандартизация, как основа безопасности продукции.

**Занятие 2.** Инновационные технологии в биотехнологическом производстве, специализированное оборудование биотехнологических производств.

**Занятие 3.** Интегрированные системы управления технологическими процессами.

**Занятие 4.** Технико-экономический анализ биотехнологических производственных систем и др.

**Занятие 5.** Математического моделирования биотехнологических процессов и систем. Классификация математических моделей их структура

**Занятие 6.** Свойства и основные определения, исследования сложных биотехнологических систем.

**Занятие 7.** Основные этапы компьютерного моделирования.

**Занятие 8.** Классификация биотехнологических процессов, основные особенности и отличия от химико-технологических процессов.

**Занятие 9.** Фундаментальные модели роста микроорганизмов, накопления продуктов метаболизма и изменение концентрации субстрата в ходе биотехнологических процессов.

1. Оценка влияния различных факторов окружающей среды на кинетику биотехнологических процессов.

2. Типичные задачи, возникающие при синтезе и анализе различных нелинейных биотехнологических процессов и систем.

#### IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Системы управления биотехнологическими процессами» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### V. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел1. Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем	ПК-9; ПК-10; ПК-16; ПК-17; ПК-19	Знает: основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов  Умеет: использовать основные принципы организации метрологического	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум	экзамен



			<p>о обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов</p> <p>Владеет: навыками использования основных принципов организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов</p>		
2	Раздел 2. Примеры компьютерного моделирования простейших типовых биотехнологических процессов и систем	ПК-9, ПК-10, ПК-16 ПК-17 ПК-19	<p>Знает: принципы разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Умеет: разрабатывать систему менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Владеет: принципами разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных</p>	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум, ПР-4 - реферат	экзамен

			стандартов качества		
--	--	--	------------------------	--	--

## VI. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Микробиологический контроль биотехнологических производств : учебное пособие для вузов / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов [и др.]. Москва : ДеЛи плюс, 2016. - 139 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:838315&theme=FEFU>
2. Микробиологический синтез / А. М. Безбородов, Г. И. Квеситадзе ; [отв. ред. А. Г. Лобанок]. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2011. - 143 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785480&theme=FEFU>
3. Биотехнология : учебное пособие для аграрных вузов / В. А. Чхенкели. Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. – 335 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785504&theme=FEFU>
4. Лубенцова Е.В. Синтез систем автоматического управления биотехнологическими процессами с применением методов аппроксимирующего и нейро-нечеткого управления [Электронный ресурс]: монография/ Лубенцова Е.В., Володин А.А.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63132.html>
5. Беляев П.С. Системы управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов 3 и 4 курсов направлений подготовки 151000, 222900, 240100, 240700, 241000, 261700/ Беляев П.С., Букин А.А.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 156 с. <http://www.iprbookshop.ru/64575.html>

### Дополнительная литература

1. Решетняк Е.П. Системы управления химико-технологическими процессами [Электронный ресурс]: конспект лекций для студентов специальности «Биотехнология»/ Решетняк Е.П.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Вузовское образование, 2009.— 213 с.  
<http://www.iprbookshop.ru/8143.html>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. РФ. Законы. О внесении изменений в Федеральный закон "Технический регламент на молоко и молочную продукцию" : федеральный закон от 22 июля 2010 № 163-ФЗ // Новые законы и нормативные акты. - 2010. - № 31. - С. 31-80.
2. РФ. Законы. Технический регламент на молоко и молочную продукцию: федеральный закон от 12 июня 2008 г. № 88
3. РФ. Законы. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011
4. ГОСТ 25011-81 «Мясо и мясные продукты. Методы определения белка».
5. Федеральный закон Российской Федерации от 12 июня 2008 г. N 88-ФЗ "Технический регламент на молоко и молочную продукцию"
6. ГОСТ 31981-2013 Йогурты. Общие технические условия
7. ГОСТ Р 53104-2008 Услуги общественного питания. Метод органолептической оценки качества продукции общественного питания.
8. ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титрометрические методы определения кислотности
9. ГОСТ 23327-98 Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка
- 10.ГОСТ 3628-78 Молочные продукты. Методы определения сахара

- 11.ГОСТ 10444.11-89 Продукты пищевые. Метод определения молочнокислых микроорганизмов
- 12.ГОСТ 9225-84 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа
- 13.ГОСТ Р 52738-2007 Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**

1. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
2. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRBOOK» <http://www.iprbookshop.ru>
4. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
5. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
6. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
7. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
8. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

**VII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методические рекомендации по организации самостоятельного  
изучения дисциплины.**

**Реферирование учебной и научной литературы.**

Реферирование учебной и научной литературы предполагает углубленное изучение отдельных научных трудов, что должно обеспечить выработку необходимых навыков работы над книгой. Всё это будет способствовать расширению научного кругозора, повышению их теоретической подготовки, формированию научной компетентности.

Для реферирования предлагаются учебные пособия, отдельные монографические исследования и статьи по вопросам, предусмотренным программой учебной дисциплины. При подборе литературы по выбранному вопросу необходимо охватить важнейшие направления развития данной науки на современном этапе. Особое внимание уделять тем литературным источникам, которые (прямо или косвенно) могут оказать помощь специалисту в его практической деятельности. Однако в данный раздел включены также работы и отдельные исследования по вопросам, выходящим за пределы изучаемой дисциплины. Эту литературу рекомендуется использовать при желании расширить свои знания в какой-либо отрасли науки.

Наряду с литературой по общим вопросам для магистрантов предполагается литература с учётом профиля их профессиональной деятельности, добытая самостоятельно. Не вся предлагаемая литература равнозначна по содержанию и объёму, поэтому возможен различный подход к её изучению. В одном случае это может быть общее реферирование нескольких литературных источников различных авторов, посвящённых рассмотрению одного и того же вопроса, в другом случае – детальное изучение и реферирование одной из рекомендованных работ или даже отдельных её разделов в зависимости от степени сложности вопроса (проблематики). Для того чтобы решить, как поступить в каждом конкретном случае, следует проконсультироваться с преподавателем.

Выбору конкретной работы для реферирования должно предшествовать детальное ознакомление с перечнем всей литературы, приведенной в учебной программе дисциплины. С выбранной работой рекомендуется вначале ознакомиться путем просмотра подзаголовков, выделенных текстов, схем, таблиц, общих выводов. Затем её необходимо внимательно и вдумчиво (вникая в идеи и методы автора) прочитать, делая попутно заметки на отдельном листе бумаги об основных положениях, узловых вопросах. После прочтения следует продумать содержание статьи

или отдельной главы, параграфа (если речь идёт о монографии) и кратко записать. Дословно следует выписывать лишь строгие определения, формулировки законов. Иногда полезно включить в запись один-два примера для иллюстрации. В том случае, если встретятся непонятные места, рекомендуется прочитать последующее изложение, так как оно может помочь понять предыдущий материал, и затем вернуться вновь к осмыслению предыдущего изложения.

Результатом работы над литературными источниками является реферат.

При подготовке реферата необходимо выделить наиболее важные теоретические положения и обосновать их самостоятельно, обращая внимание не только на результат, но и на методику, применяемую при изучении проблемы. Чтение научной литературы должно быть критическим. Поэтому надо стремиться не только усвоить основное содержание, но и способ доказательства, раскрыть особенности различных точек зрения по одному и тому же вопросу, оценить практическое и теоретическое значение результатов реферируемой работы. Весьма желательным элементом реферата является выражение слушателем собственного отношения к идеям и выводам автора, подкреплённого определёнными аргументами (личным опытом, высказываниями других исследователей и пр.).

Рефераты монографий, журнальных статей исследовательского характера непременно должны содержать, определение проблемы и конкретных задач исследования, описание методов, применённых автором, а также те выводы, к которым он пришёл в результате исследования.

## **VIII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная лаборатория  
г. Владивосток, о. Русский п.  
Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд.  
М311, площадь 96,6 м<sup>2</sup>

Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK;  
Экран с электроприводом 236\*147 см Trim  
Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm,  
WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U  
Mitsubishi; Подсистема  
специализированных креплений  
оборудования CORSA-2007 Tuarex;

Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)

Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду  
г. Владивосток, о. Русский п.  
Аякс д.10, корпус А - уровень 10

Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty  
Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек.  
Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

Компьютерный класс  
г. Владивосток, о. Русский п.  
Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд.  
М621, площадь 44.5 м<sup>2</sup>

Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 17 штук; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Системы управления биотехнологическими процессами»**

Направление подготовки: 19.04.01 «Биотехнология»

Магистерская программа: «Агропищевая биотехнология»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**2019**



## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-5 неделя	Подготовка рефератов	9	Экзамен
2	6-7 неделя	Подготовка презентации	9	Экзамен
3	8-9 неделя	Подготовка к коллоквиуму	9	Экзамен
4	10-18 неделя	Подготовка к имитационной игре	9	Экзамен

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к практическим занятиям, работы над рекомендованной литературой, написания докладов по теме семинарского занятия, подготовки презентаций.

Преподаватель предлагает каждому студенту индивидуальные и дифференцированные задания. Некоторые из них могут осуществляться в группе (например, подготовка доклада и презентации по одной теме могут делать несколько студентов с разделением своих обязанностей – один готовит научно-теоретическую часть, а второй проводит анализ практики).

### Задания для самостоятельного выполнения

1. По заданной теме имитационной игры должен быть проведен анализ литературы по изучаемой дисциплине. По проработанному материалу должна быть подготовлена и представлена на обсуждение имитационная игра.
2. Написание реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем.
3. Подготовка презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

### Методические указания к выполнению реферата

#### Цели и задачи реферата

Реферат (от лат. *refero* — докладываю, сообщаю) представляет собой краткое изложение проблемы практического или теоретического характера с

формулировкой определенных выводов по рассматриваемой теме. Избранная студентом проблема изучается и анализируется на основе одного или нескольких источников. В отличие от курсовой работы, представляющей собой комплексное исследование проблемы, реферат направлен на анализ одной или нескольких научных работ.

*Целями* написания реферата являются:

- развитие у студентов навыков поиска актуальных проблем современного законодательства;
- развитие навыков краткого изложения материала с выделением лишь самых существенных моментов, необходимых для раскрытия сути проблемы;
- развитие навыков анализа изученного материала и формулирования собственных выводов по выбранному вопросу в письменной форме, научным, грамотным языком.

*Задачами* написания реферата являются:

- научить студента максимально верно передать мнения авторов, на основе работ которых студент пишет свой реферат;
- научить студента грамотно излагать свою позицию по анализируемой в реферате проблеме;
- подготовить студента к дальнейшему участию в научно – практических конференциях, семинарах и конкурсах;
- помочь студенту определиться с интересующей его темой, дальнейшее раскрытие которой возможно осуществить при написании курсовой работы или диплома;
- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с мнением того или иного автора по данной проблеме.

### **Основные требования к содержанию реферата**

Студент должен использовать только те материалы (научные статьи, монографии, пособия), которые имеют прямое отношение к избранной им теме. Не допускаются отстраненные рассуждения, не связанные с

анализируемой проблемой. Содержание реферата должно быть конкретным, исследоваться должна только одна проблема (допускается несколько, только если они взаимосвязаны). Студенту необходимо строго придерживаться логики изложения (начать с определения и анализа понятий, перейти к постановке проблемы, проанализировать пути ее решения и сделать соответствующие выводы). Реферат должен заканчиваться выведением выводов по теме.

По своей *структуре* реферат состоит из:

1. Титульного листа;

2. Введения, где студент формулирует проблему, подлежащую анализу и исследованию;

3. Основного текста, в котором последовательно раскрывается избранная тема. В отличие от курсовой работы, основной текст реферата предполагает деление на 2-3 параграфа без выделения глав. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст;

4. Заключения, где студент формулирует выводы, сделанные на основе основного текста.

5. Списка использованной литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и иные, которые были изучены им при подготовке реферата.

Объем реферата составляет 10-15 страниц машинописного текста, но в любом случае не должен превышать 15 страниц. Интервал – 1,5, размер шрифта – 14, поля: левое — 3 см, правое — 1,5 см, верхнее и нижнее — 1,5 см. Страницы должны быть пронумерованы. Абзацный отступ от начала строки равен 1,25 см.

### **Порядок сдачи реферата и его оценка**

Рефераты пишутся студентами в течение семестра в сроки, устанавливаемые преподавателем по конкретной дисциплине, докладывается

студентом и выносятся на обсуждение. Печатный вариант сдается преподавателю, ведущему дисциплину.

По результатам проверки студенту выставляется определенное количество баллов, которое входит в общее количество баллов студента, набранных им в течение семестра. При оценке реферата учитываются соответствие содержания выбранной теме, четкость структуры работы, умение работать с научной литературой, умение ставить проблему и анализировать ее, умение логически мыслить, владение профессиональной терминологией, грамотность оформления.

### **Темы докладов**

1. Современное состояние и тенденции развития биотехнологии и методов стандартизации.
2. Стандартизация, как основа безопасности продукции
3. Инновационные технологии в биотехнологическом производстве, специализированное оборудование биотехнологических производств.
4. Интегрированные системы управления технологическими процессами
5. Техничко-экономический анализ биотехнологических производственных систем.
6. Математического моделирования биотехнологических процессов и систем.
7. Классификация математических моделей их структура
8. Свойства и основные определения, исследовании сложных биотехнологических систем.
9. Основные этапы компьютерного моделирования.
- 10.Классификация биотехнологических процессов, основные особенности и отличия от химико-технологических процессов.
- 11.Фундаментальные модели роста микроорганизмов.
- 12.Оценка влияния различных факторов окружающей среды на кинетику биотехнологических процессов.

13. Типичные задачи, возникающие при синтезе и анализе различных нелинейных биотехнологических процессов и систем

### **Рекомендуемая тематика и перечень рефератов**

1. Накопления продуктов метаболизма и изменение концентрации субстрата в ходе биотехнологических процессов.
2. Вещества, способствующие увеличению срока годности продуктов.
3. Биологические объекты и сырьевая база
4. Культивирование микроорганизмов и получение конечных продуктов
5. Культивирование микроорганизмов и получение конечных продуктов
6. Российская система контроля качества производства продуктов питания.
7. Принципы системы НАССР.
8. Международные стандарты продовольственной и сельскохозяйственной организации САС/РСР.
9. Биотехнологический процесс производства хлеба
10. Биотехнологический метод производства лимонной кислоты.
11. Биотехнологический метод глубинной ферментации с использованием плесневого гриба *Aspergillus niger*.  
Биотехнологический метод производства молочной кислоты.
  - а. Биотехнологический метод производства паприки.
12. Биотехнологический метод синтеза аминокислот.
13. Биотехнологический метод производства кормового лизина
14. Разработка адаптационных алгоритмов управления процессом культивирования продуцентов спиртов.
  1. Алгоритмы управления бродильными процессами.

2. Оптимизация питательных сред и режимов культивирования микроорганизмов с использованием алгоритмов ситуационного управления.
3. Исследование массообмена кислорода в процессах микробиологического синтеза.
4. Исследование процесса получения питательных сред для биотехнологических производств на основе кислотных гидролизатов растительных отходов.
5. Разработка методов оперативной диагностики микробиологических процессов.
6. Разработка установки измерения доброкачественности гидролизатов растительных отходов как вторичных материальных ресурсов.
7. Интенсификация процессов утилизации жидких отходов химических и пищевых производств.
8. Интенсификация переработки зернового сырья в производстве этилового спирта с использованием ферментов.
9. Экспериментальное определение параметров технологических процессов, необходимых для оптимального проектирования сложных безотходных технологических систем с оборотными циклами воды и других компонентов.
10. Разработка тест-систем оценки биологической доброкачественности гидролизатов и ферментализатов.
11. Разработка лабораторных регламентов на производство биотехнологической продукции с использованием плотных культур и интенсивных режимов.
12. Биотехнологический метод производства метионина.

13. Инновационные технологии в биотехнологическом производстве
14. Методы математического моделирования биотехнологических процессов
15. Специализированное оборудование биотехнологических производств
16. Интегрированные системы управления технологическими процессами
17. Методы технико-экономического анализа биотехнологических производственных систем
18. Методы оптимизации биотехнологических производств
19. Основные методы биотехнологических процессов как объектов управления.
20. Принципы автоматического регулирования технологических параметров .
21. Структура технических средств систем управления .
22. Технологические процессы объектов управления
23. Принципы автоматического регулирования технологических параметров;
24. Структура технических средств систем управления;
25. Основные виды систем автоматического регулирования .



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Системы управления биотехнологическими  
процессами»**

**Направление подготовки - 19.04.01 магистерская программа «Агропищевая  
биотехнология»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2019**



## Паспорт ФОС

по дисциплине «Системы управления биотехнологическими процессами»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p><b>ПК-9</b> готовность использовать основные принципы организации метрологического обеспечения производства</p>	Знает	основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов
	Умеет	использовать основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов
	Владеет	навыками использования основных принципов организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов
<p><b>ПК-10</b> способность к разработке системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>	Знает	принципы разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества
	Умеет	разрабатывать систему менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества
	Владеет	принципами разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества
<p><b>ПК-16</b> способность осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля</p>	Знает	работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
	Умеет	осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
	Владеет	знаниями работы средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
<p><b>ПК-17</b> готовность к проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов</p>	Знает	правила проведения опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов
	Умеет	Проводить опытно-промышленную отработку технологии и масштабированию процессов
	Владеет	Знаниями в проведении опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов
<p><b>ПК-19</b> способность к анализу показателей технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам</p>	Знает	показатели технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам
	Умеет	анализировать показатели технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам
	Владеет	способностью к анализу показателей технологического процесса на соответствие исходным научным

		разработкам
--	--	-------------

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем	ПК-9; ПК-10; ПК-16; ПК-17; ПК-19	<p>Знает: основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов</p> <p>Умеет: использовать основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов</p> <p>Владеет: навыками использования основных принципов организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов</p>	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум	экзамен
2	Раздел 2. Примеры компьютерного моделирования простейших типовых биотехнологических процессов и систем	ПК-9, ПК-10, ПК-16 ПК-17 ПК-19	Знает: принципы разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества	УО-1 – собеседование, УО-2 - коллоквиум, ПР-4 - реферат	экзамен

			<p>Умеет: разрабатывать систему менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p> <p>Владеет: принципами разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества</p>		
--	--	--	---	--	--

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций  
по дисциплине «Системы управления биотехнологическими процессами»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
<p><b>ПК-9</b> готовность использовать основные принципы организации метрологического обеспечения производства</p>	знает (пороговый уровень)	основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов	Знание основных направлений развития сырьевой базы для биотехнологии пищевых продуктов	Способность дать характеристику основных направлений развития сырьевой базы для биотехнологии пищевых продуктов	45-64
	умеет (продвинутый)	использовать основные принципы организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов	Умение ориентироваться в направлениях развития сырьевой базы для биотехнологии пищевых продуктов	Способность работать со статистическими отчетами, графиками, презентациями	65-84

		венного сырья и пищевых продуктов			
	владеет (высокий)	навыками использования основных принципов организации метрологического обеспечения производства сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов	Инструментами, методами и методиками разработки основных направлений развития сырьевой базы для биотехнологии пищевых продуктов	Способность бегло и точно применять терминологический аппарат предметной области исследования в устных ответах на вопросы и в письменных работах, способность проводить самостоятельные исследования и представлять их результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях.	85-100
<b>ПК-10</b> способность к разработке системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества	знает (пороговый уровень)	принципы разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества	Знание основных критериев для оценки условий хранения сырья для обеспечения безопасности готовой продукции	Способность раскрыть суть процесса хранения сырья и продуктов	45-64
	умеет (продвинутый)	разрабатывать систему менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов качества	Умение оценивать условия хранения сырья для обеспечения безопасности готовой продукции	Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях по производству продуктов	65-84
	владеет (высокий)	принципами разработки системы менеджмента качества биотехнологической продукции в соответствии с требованиями российских и международных стандартов	Владение принципами и методиками оценки условий хранения сырья для обеспечения безопасности готовой продукции	Способность сформулировать задание; способность самостоятельно проводить корректировку параметров процесса хранения сырья и продуктов и представлять результаты на обсуждение на	85-100

		качества		круглых столах, семинарах, научных конференциях	
<p><b>ПК-16</b>  способность осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля</p>	знает (пороговый уровень)	работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	Знание основных способов контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	Способность раскрыть суть технологического процесса производства продуктов с точки зрения контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	45-64
	умеет (продвинутый)	осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	Умение работать с таблицами и справочными материалами, умение применять методы обработки текущей производственной информации, выполнять анализ полученных данных для использования в контроле над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях по производству продуктов	65-84
	владеет (высокий)	знаниями работы средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	Владение принципами и методиками осуществления контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	Способность сформулировать задание; способность самостоятельно проводить обработку текущей производственной информации, выполнять анализ полученных данных для использования в контроле над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции и представлять результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях	85-100

<p><b>ПК-17</b> готовность к проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>правила проведению опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов</p>	<p>Знание основных способов контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции</p>	<p>Способность раскрыть суть технологического процесса производства продуктов с точки зрения контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции</p>	<p>45-64</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Проводить опытно-промышленную отработку технологии и масштабированию процессов</p>	<p>Умение работать с таблицами и справочными материалами, умение применять методы обработки текущей производственной информации, выполнять анализ полученных данных для использования в контроле над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции</p>	<p>Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях по производству продуктов</p>	<p>65-84</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>Знаниями в проведении опытно-промышленной отработки технологии и масштабированию процессов</p>	<p>Владение принципами и методиками осуществления контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции</p>	<p>Способность сформулировать задание; способность самостоятельно проводить обработку текущей производственной информации, выполнять анализ полученных данных для использования в контроле над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции и представлять результаты на обсуждение на круглых столах, семинарах, научных конференциях</p>	<p>85-100</p>
<p><b>ПК-19</b> способность к анализу показателей технологического</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>показатели технологического процесса на соответствие</p>	<p>Знание основных способов контроля над соблюдением экологической и биологической</p>	<p>Способность раскрыть суть технологического процесса производства</p>	<p>45-64</p>

о процесса на соответствие исходным научным разработкам		исходным научным разработкам	безопасности сырья и готовой продукции	продуктов с точки зрения контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	
	умеет (продвинутый)	анализировать показатели технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам	Умение работать с таблицами и справочными материалами, умение применять методы обработки текущей производственной информации, выполнять анализ полученных данных для использования в контроле над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	Способность обосновывать и применять полученные результаты на предприятиях по производству продуктов	65-84
	владеет (высокий)	способностью к анализу показателей технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам	Владение принципами и методиками осуществления контроля над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции	Способность сформулировать задание; способность самостоятельно проводить обработку текущей производственной информации, выполнять анализ полученных данных для использования в контроле над соблюдением экологической и биологической безопасности сырья и готовой продукции и представлять результаты на обсуждениях на круглых столах, семинарах, научных конференциях	85-100

## I. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация включает ответ студента на вопросы к зачету и прохождение итогового теста.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы, необходимые для оценки итогового теста	Оценка зачета	Требования к оформленным компетенциям в устном ответе студента
85-100	отлично	Отлично выставляется студенту, у которого сформированы прочные знания по сырьевой базе производства функциональных продуктов питания. Умеет успешно проводить исследования по выявлению источников для производства функциональных продуктов питания. Владеет методиками обработки текущей производственной информации, выполнения анализа полученных данных для использования в управлении качеством продукции
75-85	хорошо	Оценка хорошо выставляется студенту, который знает значительную части программного материала, не допускает существенных ошибок, но неуверенно выполняет практические работы
61- 75	удовлетворительно	Оценка удовлетворительно выставляется студенту, который знает значительную части программного материала, но допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы
60-0	«не зачтено»	Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы и не может продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## I. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация включает ответ студента на вопросы к зачету и прохождение итогового теста.



### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы, необходимые для оценки итогового теста	Оценка зачета	Требования к оформленным компетенциям в устном ответе студента
100-61	«зачтено»	Зачтено выставляется студенту, у которого сформированы знания по физиологическим основам организации сбалансированного рационального питания различных групп населения. Умеет успешно проводить исследования по усвояемости и перевариваемости человеком пищевых веществ, а также вести подсчеты энергетической ценности пищи, потребления человеком полезных веществ. Владеет методиками определения биологической и энергетической ценности пищи, усвояемости и перевариваемости пищевых веществ с учетом особенностей организма человека.
60-0	«не зачтено»	Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы и не может продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Вопросы к экзамену

по дисциплине «Системы управления биотехнологическими процессами»:

1. Вещества, способствующие увеличению срока годности продуктов.
2. Биологические объекты и сырьевая база
3. Культивирование микроорганизмов и получение конечных продуктов
4. Культивирование микроорганизмов и получение конечных продуктов
5. Микробиологическая безопасность ГДБ.
6. Российская система контроля качества производства продуктов питания, в том числе и с использованием объектов водного промысла.
7. Характеристика международных стандартов качества для объектов водной среды обитания.
8. Принципы системы НАССР.
9. Международные стандарты продовольственной и сельскохозяйственной организации САС/ПСР.

10. Стандартные методы определения микробиологических показателей в продуктах питания
11. Приведите схему биотехнологического процесса производства хлеба
12. Биотехнологический метод производства лимонной кислоты.
13. Биотехнологический метод глубинной ферментации с использованием плесневого гриба *Aspergillus niger*.  
Важнейшим продуктом микробиологической промышленности является пищевая уксусная кислота.  
Биотехнологический метод производства молочной кислоты.
14. Биотехнологический метод производства паприна.
15. Биотехнологический метод синтеза аминокислот.
16. Биотехнологический метод производства кормового лизина
17. Разработка адаптационных алгоритмов управления процессом культивирования продуцентов спиртов.
18. Контур и алгоритмы управления бродильными процессами.
19. Оптимизация питательных сред и режимов культивирования микроорганизмов с использованием алгоритмов ситуационного управления.
20. Исследование массообмена кислорода в процессах микробиологического синтеза.
21. Исследование процесса получения питательных сред для биотехнологических производств на основе кислотных гидролизатов растительных отходов.
22. Разработка методов оперативной диагностики микробиологических процессов.
23. Разработка установки измерения доброкачественности гидролизатов растительных отходов как вторичных материальных ресурсов.

24. Интенсификация процессов утилизации жидких отходов химических и пищевых производств.
25. Интенсификация переработки зернового сырья в производстве этилового спирта с использованием ферментов.
26. Экспериментальное определение параметров технологических процессов, необходимых для оптимального проектирования сложных безотходных технологических систем с оборотными циклами воды и других компонентов.
27. Разработка тест-систем оценки биологической доброкачественности гидролизатов и ферментализатов.
28. Разработка лабораторных регламентов на производство биотехнологической продукции с использованием плотных культур и интенсивных режимов.
29. Биотехнологический метод производства метионина.
30. Инновационные технологии в биотехнологическом производстве
31. Методы математического моделирования биотехнологических процессов
32. Специализированное оборудование биотехнологических производств
33. Понятие -интегрированные системы управления технологическими процессами
34. Методы технико-экономического анализа биотехнологических производственных систем
35. Методы оптимизации биотехнологических производств
36. Основные методы биотехнологических процессов как объектов управления.

37. Принципы автоматического регулирования технологических параметров .
38. Структура технических средств систем управления .
39. Технологические процессы объектов управления
40. Принципы автоматического регулирования технологических параметров;
41. Структура технических средств систем управления;
42. Основные виды систем автоматического регулирования .

## **II. Оценочные средства для текущей аттестации**

### **Критерии оценки реферата**

- 100-86 баллов выставляется студенту, если студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно правового характера. Студент знает и владеет навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и/или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно

- 85-76 - баллов - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы

- 75-61 балл - студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые

основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы

- 60-50 баллов - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

### **Вопросы для коллоквиумов, собеседования по дисциплине**

«Идентичность и подлинность функциональных продуктов питания»:

1. Какова основная задача идентификационной экспертизы функциональных продуктов?

2. С какой целью проводится экспертиза подлинности функциональных продуктов?

3. Что обозначает термин «соответствие» для определенного товара?

4. Перечислите виды деятельности по оценке степени соответствия качества товара.

5. Что такое «функциональные продукты питания»?

6. Каким документом оформляются результаты экспертизы качества?

7. В каком документе эксперт отражает результаты идентификации продукции?

8. Какие показатели подтверждаются при обязательной сертификации?

9. С какой целью проводится потребительская идентификация?

10. Какие показатели функционального продукта пригодны для целей идентификации?

11. Что такое фальсификация функционального продукта?

12. Что представляют собой органолептические исследования?

13. Что такое ассортиментная фальсификация функционального продукта?

14. Какие основные ингредиенты обеспечивают функциональность пищевого продукта?

15. Что такое информационная фальсификация функционального продукта?

16. Какие органолептические характеристики используют при идентификации функциональных продуктов?

17. Какие физико-химические показатели качества используют при идентификации функциональных продуктов?

18. Как проводится оценка результатов исследований для идентификации функциональных продуктов?

19. Требованиям какого нормативного документа должна соответствовать информация о продукте?

20. Требования к функциональным продуктам питания

21. Номенклатура продуктов функционального питания

22. Основные положения концепции здорового и безопасного питания населения России.

23. Каковы сроки проведения идентификации функциональных продуктов?

24. Классификация функциональных продуктов

## **ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **Вариант 1**

1. Дайте определение кислотного числа масла.

2. Приведите химические реакции, лежащие в основе определения нитритов в колбасных изделиях.

3. Приведите химические реакции, лежащие в основе метода определения сахаров иодным методом.

4. В чем заключается сущность метода и зачем определяется титруемая кислотность молочных продуктов.

5. Оцените свежесть морской рыбы, если количество ЛО 48, а ТМА 4

6. Как определяют полноту пастеризации молока?
7. Приведите химические реакции, которые лежат в основе определения соли методом Мора.
8. Для определения поваренной соли методом Фольгарда взяли 2,2г продукта. К пробе прибавили 25мл 0,1н. нитрата серебра. После добавления реактивов и индикатора избыток нитрата серебра оттитровали 13,5мл 0,1011н. роданида калия. На проведение холостого опыта затратили 24,5мл роданида калия. Рассчитать % содержание поваренной соли.
9. Для исследования мяса птицы взяли 0,6530г жира. После добавления реактивов и индикатора на титрование израсходовали 0,95мл 0,002н. тиосульфата натрия. Рассчитайте перекисное число (в % иода) и оцените свежесть птицы.
10. Сделайте заключение о свежести пресноводной рыбы на основании следующих данных при определении летучих оснований: масса навески 7,8г, в колбу приемник налито 25мл 0,0980н. серной кислоты. На титрование избытка серной кислоты пошло 21,5мл 0,1055н. раствора едкого натра.

#### Вариант 2

1. Дайте определение перекисного числа масла.
2. Приведите химические реакции, лежащие в основе метода определения свежести рыбы по количеству летучих оснований и триметиламина.
3. Приведите химические реакции, лежащие в основе метода определения крахмала в колбасных изделиях.
4. В чем заключается сущность метода и зачем определяют кислотное число жира птицы.
5. Оцените свежесть молока, если его титруемая кислотность составляет 20 градусов Тернера.
6. Как определить полноту стерилизации молока.
7. Приведите химические реакции определения поваренной соли методом Фольгарда.

8. При определении кислотности молока для анализа взяли 20мл продукта (пл.1,030). На титрование израсходовали 4,5мл 0,1021н. едкого кали. Рассчитать титруемую кислотность и сделать заключение о свежести молока.

9. Для исследования мяса птицы взяли 3,0550г жира. Рассчитать кислотное число, если на титрование пошло 0,9мл 0,1068н. раствора едкого кали. Сделать заключение о свежести птицы.

10. Сделайте заключение о свежести пресноводной рыбы на основании следующих данных при определении летучих оснований: масса навески 7,8г, в колбу приемник налито 25мл 0,0980н. серной кислоты. На титрование избытка серной кислоты пошло 21,5мл 0,1055н. раствора едкого натра.

## **ТЕСТЫ**

### **1. Дайте определение пищевым добавкам (ПД):**

1. Пищевые безвредные вещества, добавляемые в продукты питания.
2. Природные или искусственные вещества, специально вводимые в продукты для придания им заданных свойств.
3. Вещества естественного происхождения для введения в продукты с целью необходимого изменения их свойств.

### **2. Перечислите основные функции пищевых добавок:**

1. Красители, загустители, ароматизаторы, консерванты, антиокислители.
2. Улучшение внешнего вида, регулирование консистенции, вкуса и запаха, сохранение качества продукта.
3. Подкрашивание, формирование текстуры, придание аромата, повышение срока хранения продуктов.

### **3. Какими атрибутами должна обладать ПД, которой присвоен индекс «Е»?**



1. Безопасностью в технологическом применении и чистотой химсостава.
2. Безопасностью в нужных для технологии пределах и химической чистотой.
3. Безопасностью и чистотой при длительном применении, технологической необходимостью использования.

**4. В каких случаях не разрешено введение ПД в продукты питания?**

1. Когда дозировка ПД соответствует предельным нормам безопасности.
2. Если ПД применяют для сокрытия пороков в продукте.
3. Когда введение ПД снизит энергетическую ценность продукта.

**5. Какие виды красителей используются в пищевой технологии?**

1. Природные, органические, минеральные.
2. Натуральные, синтетические, минеральные.
3. Растительные, искусственные, неорганические.

**6. Назовите основные виды загустителей и гелеобразователей:**

1. ПД полисахаридной природы: наземные и морские.
2. ПД полисахаридной природы и их модификации.
3. ПД полисахаридной природы и желатин.

**7. Механизм образования гелей полисахаридами:**

1. Связывание воды и сворачивание полимерных цепей полисахаридов.
2. За счет природной объемной спиральной структуры или сахарокислотного образования каркаса геля.
3. За счет потери водой подвижности в микроячейках структуры геля в присутствии ионов кальция.

**8. Что называют гидрофильно- липофильным балансом?**

1. Отношение липофильных и гидрофобных участков молекулы эмульгатора.
2. Коэффициент полезного действия эмульгатора.
3. Соотношение полярной и неполярной частей молекулы эмульгатора.

**9. Назовите наиболее важные усилители вкуса и запаха продуктов:**

1. Пищевые вещества с «глутаминовым эффектом удовлетворенности».
2. Глутаминовая, гуаниловая, инозиновая кислоты и их соли.
3. Рибонуклеотиды, глутаматы и инозиты калия.

**10. Какие консерванты являются природными и содержатся в пище?**

1. Сорбиновая кислота и ее соли.
2. Уротропин.
3. Бензойная кислота и ее соли.

**11. В чем состоит принцип действия антиоксидантов?**

1. Связывание ионов металлов переменной валентности.
2. Нейтрализация свободных и пероксидных радикалов.
3. Увеличение продолжительности индукционного периода.

**12. Чем отличаются БАДы пробиотики от пребиотиков?**

1. Пробиотики – БАДы микробного происхождения, а пребиотики – БАДы смешанного состава.
2. Пробиотики – представители нормальной микрофлоры кишечника; пребиотики – генераторы пробиотиков.
3. Пробиотики - чистые культуры микроорганизмов кишечника, пребиотики – стимуляторы пробиотиков.

## ТЕСТЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И САМОПОДГОТОВКИ

Цель создания ПТМ – проверка остаточных знаний.

Исходные документы, использованные при разработке ПТМ – программа дисциплины «Идентификация функциональных продуктов питания»

Количество вариантов тестирования – 3.

Количество вопросов в одном варианте – 12.

Выбор ответа (количество правильных тестов) – 1 или более 1 .

Рекомендуется засчитывать только тот вопрос (тест), в котором приведены все правильные ответы.

Шкала оценок:

оценка «2» - указано менее 50% от всего числа правильных ответов

оценка «3» – от 50% до 74%

оценка «4» – от 75% до 89%

оценка «5» – более 89%

### ТЕСТ № 1

Тест содержит 12 заданий, на выполнение которых отводится 30 минут. Выберите наиболее правильный, по Вашему мнению, вариант ответа и отметьте его любым значком в бланке ответов.

<i>1. Пектиновые вещества относятся к</i>			
<i>1)</i>	<i>белкам</i>	<i>2)</i>	<i>углеводам</i>
<i>3)</i>	<i>жирам</i>	<i>4)</i>	<i>минеральным веществам</i>
<i>2. Основным источником углеводов являются продукты</i>			
<i>1)</i>	<i>молочные</i>	<i>2)</i>	<i>мясные</i>
<i>3)</i>	<i>растительные</i>	<i>4)</i>	<i>рыбные</i>
<i>3. Меланоидинообразование - это превращение в технологических</i>			

<i>процессах</i>			
1)	<i>углеводов</i>	2)	<i>минеральных веществ</i>
3)	<i>жиров</i>	4)	<i>белков</i>
<i>4. К пищевым добавкам не относятся</i>			
1)	<i>подсластители</i>	2)	<i>витамины</i>
3)	<i>красители</i>	4)	<i>ароматизаторы</i>
<i>5. При определении белка для разложения пробы используют</i>			
1)	<i>серную кислоту</i>	2)	<i>соляную кислоту</i>
3)	<i>азотную кислоту</i>	4)	<i>плавиковую кислоту</i>
<i>6. Желтый пигмент яблок и томатов называется</i>			
1)	<i>микопин</i>	2)	<i>ксантофилл</i>
3)	<i>зеаксантин</i>	4)	<i>бетанин</i>
<i>7. Цикломаты относятся к следующей группе пищевых добавок</i>			
1)	<i>подсластители</i>	2)	<i>ароматизаторы</i>
3)	<i>консерванты</i>	4)	<i>красители</i>
<i>8. Допустимая суточная доза нитратов для взрослого человека составляет</i>			
1)	<i>125мг</i>	2)	<i>225мг</i>
3)	<i>325мг</i>	4)	<i>425мг</i>
<i>9. Нитрозамины не содержатся</i>			
1)	<i>копченостях</i>	2)	<i>крупах</i>
3)	<i>сырах</i>	4)	<i>пиве</i>
<i>10. При определении поваренной соли в пищевых продуктах пробоподготовку проводят</i>			
1)	<i>предварительным высушиванием пробы</i>	2)	<i>предварительным озолением пробы</i>
3)	<i>приготовлением водной вытяжки красители</i>	4)	<i>предварительным осаждением белков</i>
<i>11. Определение золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте не проводят</i>			

<i>при анализе качества</i>			
1)	<i>молока</i>	2)	<i>муки</i>
3)	<i>икры</i>	4)	<i>жареного кофе</i>
<i>12. При определении жиров по методу Сокслета совместно с жирами органическим растворителем не извлекаются</i>			
1)	<i>фосфолипиды</i>	2)	<i>вода</i>
3)	<i>жирорастворимые витамины</i>	4)	<i>стерины</i>

*Бланк ответов*

№	1	2	3	4	5	6
1)						
2)						
3)						
4)						
№	7	8	9	10	11	12
1)						
2)						
3)						
4)						

Критерий оценки. За правильное решение любого задания теста студент получает 2 балла. Тест считается сданным при наборе студентом минимум 20 баллов.

Критерий оценки самостоятельной работы

Критерий оценки	Максимальная оценка (балл)
1. Знание основных компонентов состава пищевых продуктов	5 4
2. Умение в зависимости от вида продукта подобрать	

пробоотбор и пробоподготовку образца	5
3. Знание методов лабораторного анализа качества пищевых продуктов	5
4. Знание классификации, строения и области применения пищевых добавок	4
5. Знание природных токсикантов и загрязнителей	
Итого	23 балла

### ТЕСТ №2

Тест содержит 12 заданий, на выполнение которых отводится 30 минут. Выберите наиболее правильный, по Вашему мнению, вариант ответа и отметьте его любым значком в бланке ответов.

<i>1. Влажность зерна, которое закладывается на хранение не должна превышать</i>			
1)	13%	2)	15%
3)	17%	4)	19%
<i>2. При исследовании зерна в лаборатории под «натурой» понимают массу</i>			
1)	0,5л зерна	2)	2л зерна
3)	1л зерна	4)	3л зерна
<i>3. Содержание металлопримесей в зерне не должно превышать</i>			
1)	3мг/кг	2)	7мг/кг
3)	5мг/кг	4)	9мг/кг
<i>4. Влажность макаронных изделий не должна превышать</i>			
1)	9%	2)	13%
3)	11%	4)	15%
<i>5. Стекловидность зерна характеризует структуру</i>			
1)	алейронового слоя	2)	оболочек
3)	эндосперма	4)	зародыша

<i>6. Зараженное амбарными вредителями зерно имеет сначала медовый запах, а затем запах</i>			
1)	<i>аммиака</i>	2)	<i>сероводорода</i>
3)	<i>солода</i>	4)	<i>сена</i>
<i>7. Масличность жмыха подсолнечника, полученного на форпрессах, составляет</i>			
1)	<i>5-10%</i>	2)	<i>10-15%</i>
3)	<i>15-18%</i>	4)	<i>20-25%</i>
<i>8. Экстракцию масла из подготовленно жмыха семян подсолнечника проводят, используя чаще всего</i>			
1)	<i>экстракционный бензин</i>	2)	<i>бензол</i>
3)	<i>гексан</i>	4)	<i>четырёххлористый углеродС</i>
<i>9. Первым этапом в рафинации растительных масел является</i>			
1)	<i>вымораживание восков</i>	2)	<i>щелочная нейтрализация</i>
3)	<i>гидратация</i>	4)	<i>отбеливание</i>
<i>10. Для удаления восков из растительного масла его охлаждают до температуры</i>			
1)	<i>5-7°C</i>	2)	<i>10-12°C</i>
3)	<i>12-14°C</i>	4)	<i>14-16°C</i>
<i>11. Сорная и зерновая примеси зерна не должны превышать</i>			
1)	<i>3%</i>	2)	<i>4%</i>
3)	<i>5%</i>	4)	<i>6%</i>
<i>12. Влажность муки не должна превышать</i>			
1)	<i>10%</i>	2)	<i>12%</i>
3)	<i>15%</i>	4)	<i>17%</i>

*Бланк ответов*

№	1	2	3	4	5	6
1)						
2)						
3)						
4)						
№	7	8	9	10	11	12
1)						
2)						
3)						
4)						

Критерий оценки. За правильное решение любого задания теста студент получает 2 балла. Тест считается сданным при наборе студентом минимум 20 баллов.

#### Критерий оценки самостоятельной работы

Критерий оценки	Максимальная оценка (балл)
1. Знание строения, химического состава и свойств зерна	5
2. Умение классифицировать свойства и показатели качества зерновой массы и зерна основной культуры	4
3. Знание технологии переработки зерна и показателей качества зерномучных продуктов	5
4. Умение поэтапно с приведением химических реакций описать технологию получения, рафинацию и переработку растительного масла	5
5. Знание основных нормируемых показателей качества растительных масел	3
<b>Итого</b>	<b>22 балла</b>



### ТЕСТ №3

Тест содержит 12 заданий, на выполнение которых отводится 30 минут.  
Выберите наиболее правильный, по Вашему мнению, вариант ответа и  
отметьте его любым значком в бланке ответов.

<i>1. Пастеризованное молоко считается свежим, если титруемая кислотность не превышает</i>			
1)	21°T	2)	22°T
3)	23°T	4)	24°T
<i>2. Объём объединённой пробы молочных продуктов для анализа составляет</i>			
1)	250мл	2)	500мл
3)	1000мл	4)	1500мл
<i>3. До начала анализов проба может храниться в лаборатории не более</i>			
1)	1 часа	2)	2 часов
3)	3 часов	4)	4 часов
<i>4. Содержание жира в натуральном молоке обычно не превышает</i>			
1)	2%	2)	4%
3)	6%	4)	8%
<i>5. Казеиновые белки молока осаждаются при pH</i>			
1)	4,4	2)	4,5
3)	4,6	4)	4,7
<i>6. Полнота пастеризации молочных продуктов определяется по активности фермента</i>			
1)	фосфатаза	2)	гидролаза
3)	пероксидаза	4)	дегидрогиназа
<i>7. Предельно допустимая концентрация нитритов в колбасных изделиях составляет</i>			
1)	30мг/кг	2)	40мг/кг
3)	50мг/кг	4)	60мг/кг
<i>8. Соотношение насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот в</i>			

<i>жировой ткани свинины составляет</i>			
1)	3:3:1	2)	3:4:1
3)	3:5:1	4)	3:6:1
<i>9. Содержание хлорида натрия соли в вареных колбасных изделиях обычно не превышает</i>			
1)	1,5%	2)	2,5%
3)	3,5%	4)	4,5%
<i>10. Наличие аммиака и солей аммония определяется при оценке качества и свежести</i>			
1)	<i>колбасных изделий</i>	2)	<i>мяса</i>
3)	<i>мяса птицы</i>	4)	<i>мясных консервов</i>
<i>11..Предельно допустимое содержание гистамина в рыбе составляет</i>			
1)	5мг%	2)	10мг%
3)	15мг%	4)	20мг%
<i>12.Определение азота летучих оснований, в том числе триметиламина проводят при оценке качества</i>			
1)	<i>соленой рыбы</i>	2)	<i>рыбных консервов</i>
3)	<i>вяленой рыбы</i>	4)	<i>мороженой рыбы</i>

*Бланк ответов*

№	1	2	3	4	5	6
1)						
2)						
3)						
4)						
№	7	8	9	10	11	12
1)						
2)						
3)						
4)						

Критерий оценки. За правильное решение любого задания теста студент получает 2 балла. Тест считается сданным при наборе студентом минимум 20 баллов.

Критерий оценки самостоятельной работы

Критерий оценки	Максимальная оценка (балл)
1.Знание химического состава, технологии переработки и основных нормируемых показателей молока и молочных продуктов	5
2.Знание химического состава, технологии переработки и основных нормируемых показателей мяса и мясных продуктов	4
3.Знание химического состава и основных нормируемых показателей мяса птицы	5
4.Умение описать химический состав рыбы и процессы, проходящие при её хранении	5
5.Знание технологии получения рыбных продуктов и основных нормируемых показателей качества охлажденной, мороженой, солёной рыбы и рыбных консервов	
Итого	24балла