

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**  
**Институт информатики, электроники и робототехники**  
**Кафедра «Технология и оборудование автоматизированного производства»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ Ю.Н. Волошин  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор института \_\_\_\_\_ Б.В. Шогенов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИНЖЕНЕРИИ»**  
Направление подготовки  
**15.04.02 «Технологические машины и оборудование»**

Магистерская программа  
**«Современное оборудование хлебокондитерского и макаронного производств»**

Квалификация (степень) выпускника  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик 2024**

Рабочая программа дисциплины **«Математические методы в инженерии»** / сост. З.Н. Деунежев – Нальчик: КБГУ, 2024. – 29 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Б1.0.06 обязательной части магистерской программы магистрантам по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» в 1 семестре.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование (уровень магистратуры), (утв. приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 14 августа 2020 г. № 1026).

## Содержание

1 Цель и задачи освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3 Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4 Содержание и структура дисциплины.....	5
5 Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности .....	18
7 Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	22
8 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий .....	28
9 Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	29
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины.....	29

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

**Цель дисциплины** – изучение приложения математических методов в инженерной деятельности на основе знания общих закономерностей физических процессов протекающих в технологических процессах и оборудовании

### **Основные задачи дисциплины:**

- рассмотрение теоретических основ физических процессов пищевых производств;
- изучение методов математического моделирования и оптимизации технологических процессов производства;
- освоение методики моделирования технологических машин и аппаратов;
- определение области применения моделей конкретных машин и аппаратов и их возможностей.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Математические методы в инженерии» Б1.0.06 относится к обязательной части магистерской программы по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование «Современное оборудование хлебокондитерского и макаронного производств».

Основополагающей базой изучения дисциплины «Математические методы в инженерии» являются дисциплины: «Математика», «Физика», «Информатика», изучаемые по программе бакалавриата (специалитета).

Освоение материалов дисциплины «Математические методы в инженерии» необходимо для изучения практически всех дисциплин профессионального цикла, а также при выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР).

## **3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у выпускника элементов следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» магистерской программы «Современное оборудование хлебокондитерского и макаронного производств»

**ОПК-1.** Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования;

**.ОПК-1.2** Способен анализировать современные методы и средства решения исследовательских задач, осуществлять приоритетную постановку целей и задач исследования, предлагать и использовать критерии оценки полученных результатов в рамках профессиональной деятельности

**ОПК-12.** Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;

**ОПК-12.1** Способен проводить анализ современных методов исследования технологических машин и оборудования, оценки и апробации полученных результатов

**ОПК-12.2** Способен решать задачи в области разработки современных методов исследования технологических машин и оборудования с использованием метрологической и нормативной экспертизы, выработки критериев оценки и предоставления полученных результатов в виде отчетов, обзоров, статей

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

**Знать:**

- теоретические основы физических процессов;
- методику моделирования процессов и аппаратов;
- область применения моделей машин и аппаратов пищевой инженерии.

**Уметь:**

- обосновывать применение моделей машин и аппаратов в технологическом процессе;
- использовать методы математического моделирования технологических процессов производства;
- использовать методы оптимизации технологических процессов производства.

**Владеть:**

- навыками получения и обработки информации;
- навыками решения практических вопросов с использованием персональных компьютеров;
- навыками применения прикладных программных средств, при решении практических вопросов.

#### 4 Содержание и структура дисциплины

##### Содержание разделов дисциплины

Содержание разделов дисциплины и формы текущего контроля приведено в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Содержание разделов дисциплины и формы текущего контроля

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1.	Основы теории подобия	Метод анализа размерностей. Некоторые особенности применения теорем подобия к анализу процессов.	ОПК-1 ОПК-12	Коллоквиум, контрольная работа, задачи для практического занятия, вопросы на экзамен
2.	Основные принципы применения математических методов в пищевой инженерии	Модели и объекты моделирования в пищевой инженерии. Объекты моделирования. Точность моделей в математическом моделировании. Эмпирические модели и их математическое описание.	ОПК-1 ОПК-12	Коллоквиум, контрольная работа, задачи для практического занятия, вопросы на экзамен

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
3.	Моделирование массообменных и гидродинамических процессов	Основные теоретические положения. Моделирование процесса переноса массы. Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах непрерывного действия.	ОПК-1 ОПК-12	Коллоквиум, контрольная работа, задачи для практического занятия, вопросы на экзамен
4.	Моделирование процессов массоэнергопереноса	Базовые соотношения. Уравнение конвективного переноса массы. Уравнение переноса теплоты	ОПК-1 ОПК-12	Коллоквиум, контрольная работа, задачи для практического занятия, вопросы на экзамен
5.	Оптимизация технологических процессов и аппаратов	Математическое программирование и задачи оптимизации. Понятие классической теории оптимизации. Некоторые вопросы оптимизации теплообменных аппаратов	ОПК-1 ОПК-12	Коллоквиум, контрольная работа, задачи для практического занятия, вопросы на экзамен

### Структура дисциплины

Дисциплина изучается в 1 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Распределение общей трудоемкости дисциплины по видам работ приведено в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Распределение общей трудоемкости дисциплины по видам работ

Виды работы	Трудоемкость
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>
<b>Аудиторная (контактная) работа:</b>	<b>34</b>
Лекции	17
Практические занятия	17
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>	<b>83</b>
Самостоятельное изучение разделов	43

Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	40
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>

### Лекционные занятия

Наименование тем лекционных занятий, проводимых по дисциплине, приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Основы теории подобия. <i>Цель и задачи – ознакомить с теорией подобия.</i> Метод анализа размерностей в физике, механике и т.д. Некоторые особенности применения теорем подобия к анализу процессов.
2	Основные принципы применения математических методов в пищевой инженерии. <i>Цель и задачи – дать объяснение возможности применения моделирования в пищевой инженерии.</i> Модели и объекты моделирования в пищевой инженерии. Объекты моделирования. Точность моделей в математическом моделировании. Эмпирические модели и их математическое описание.
3	Моделирование массообменных и гидродинамических процессов. <i>Цель и задачи – рассмотреть основные теоретические положения возможности моделирования массообменных и гидродинамических процессов.</i> Моделирование процесса переноса массы. Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах непрерывного действия.
4	Моделирование процессов массоэнергопереноса. <i>Цель и задачи – ознакомить с базовыми соотношениями массоэнергопереноса.</i> Уравнение конвективного переноса массы. Уравнение переноса теплоты
5	Оптимизация технологических процессов и аппаратов. <i>Цель и задачи – рассмотреть возможности оптимизации технологических процессов и аппаратов.</i> Математическое программирование и задачи оптимизации. Понятие классической теории оптимизации. Некоторые вопросы оптимизации теплообменных аппаратов

### Практические занятия

Наименование тем практических занятий, проводимых по дисциплине, приведено в таблице 4.4.

Таблица 4. – Практические занятия

№ п/п	Практические занятия
1	Основы теории подобия
2	Основные принципы применения математических методов в пищевой инженерии
3	Оптимизация технологических процессов и аппаратов

### Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, приведены в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Точность моделей в математическом моделировании
2	Массопередача в системе с твердой фазой
3	Начальные и граничные условия к уравнениям переноса
4	Оптимизации теплообменных аппаратов на основе эмпирических моделей

## 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

### Оценочные материалы для текущего контроля

**Цель текущего контроля** – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины и включает: выполнение заданий на практических занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

### Вопросы по темам дисциплины

(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-12)



### **Тема 1: Основы теории подобия.**

*Цель и задачи – ознакомить с теорией подобия.*

- 1) Метод анализа размерностей в физике, механике и т.д.
- 2) Некоторые особенности применения теорем подобия к анализу процессов.

### **Тема 2: Основные принципы применения математических методов в пищевой инженерии.**

*Цель и задачи – дать объяснение возможности применения моделирования в пищевой инженерии.*

- 1) Модели и объекты моделирования в пищевой инженерии.
  - 2) Объекты моделирования.
  - 3) Точность моделей в математическом моделировании.
- Эмпирические модели и их математическое описание.

### **Тема 3: Моделирование массообменных и гидродинамических процессов.**

*Цель и задачи – рассмотреть основные теоретические положения возможности моделирования массообменных и гидродинамических процессов.*

- 1) Моделирование процесса переноса массы.
- 2) Гидродинамические модели структуры потоков в аппаратах непрерывного действия.

### **Тема 4: Моделирование процессов массоэнергопереноса.**

*Цель и задачи – ознакомить с базовыми соотношениями массоэнергопереноса.*

- 1) Уравнение конвективного переноса массы.
- 2) Уравнение переноса теплоты.

### **Тема 5: Оптимизация технологических процессов и аппаратов.**

*Цель и задачи – рассмотреть возможности оптимизации технологических процессов и аппаратов.*

- 1) Математическое программирование и задачи оптимизации.
- 2) Понятие классической теории оптимизации.
- 3) Некоторые вопросы оптимизации теплообменных аппаратов

#### **Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса**

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Дифференциальные уравнения». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале (за 1 занятие):**

**2 балла** ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильные определения понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**1 балл** ставится, если обучающийся:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения;
- 3) излагает материал непоследовательно.

**0 баллов** ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

**Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося**  
**(типовые задачи)**

(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-12)

**Образцы типовых задач для самостоятельной работы**

1. Найти частные производные от функций:

a)  $z = x^3 + 3x^2y - y^3$

b)  $z = y^3x^3 - 4x^4y + 2y^4$

c)  $z = \frac{xy}{x-y}$

d)  $z = \arctg \frac{y}{x}$

e)  $z = e^{xy}$

f)  $z = xye^{xy}$

2. Найти экстремумы функции:

a)  $z = x^2 + y^2 + xy - 4x - 5y$

b)  $z = x^3 - y^3 - 3xy$

c)  $z = xy(1 - x - y)$

3. Фирма продает единственный товар на двух рынках. Функции спроса на этих рынках линейны и имеют вид:

$$q_1 = 15,75 - 0,25p_1; \quad q_2 = 21 - 0,2p_2,$$

где  $p_1, p_2$  – цены на эти товары соответственно.

Функция затрат имеет вид

$$C = 20 + 15q, \text{ где } q = q_1 + q_2.$$

Определить цены, при которых фирма получит максимальную прибыль.

4. Оптимальный набор потребителя составляет 6 единиц продукта  $x_1$  и 8 единиц продукта  $x_2$ .

Определите цены потребляемых благ, если известно, что доход потребителя 240 у.е. и он собираются его истратить весь, а функция полезности имеет следующий вид

$$U(x_1, x_2) = x_1x_2.$$

5. Фирма производит 2 вида товаров: А и В. Для производства  $x$  товаров вида А и  $y$  товаров вида В требуется заранее приобрести  $g(x, y) = x^2 + y^2 - xy$  (кг) сырья. Из-за ограничений на объем хранилища количество сырья не должно превышать 2100 кг. Доход от реализации единицы товара А составляет 2000 у.е., а от реализации единицы товара В – 1000 у.е. Определить план выпуска продукции, максимизирующей доход.

6. Пусть производятся два вида товаров, обозначим их количества через  $x$  и  $y$ .

Пусть  $p_1 = 8$ ,  $p_2 = 10$  у.е. – цены на эти товары соответственно, а

$C = x^2 + xy + y^2$  – функция затрат на их производство.

Найти количество товаров первого и второго видов , при котором прибыль будет максимальной.

***Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):***

«отлично» (4 балла) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно и логично его излагает. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (3 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, но допускает неточности в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1-2 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

***. Оценочные материалы для рубежного контроля***

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится ***три таких контрольных мероприятия по графику.***

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

***. Оценочные материалы для коллоквиума***  
(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-12)

**Коллоквиум** – в рамках балльно-рейтинговых мероприятий студент трижды в семестр проходит рубежный контроль, одним из элементов которого является коллоквиум, на который отводится 6 баллов. На коллоквиуме студент в устной или письменной форме отвечает на вопросы из нижеприведенного перечня.

***Рубежный контроль №1***

1. Метод анализа размерностей.
2. Подобие условий однозначности. Геометрическое подобие. Временное подобие.
3. Подобие физических величин. Подобие начальных условий.
4. Некоторые особенности применения теорем подобия к анализу процессов.
5. Модели и объекты моделирования в пищевой инженерии.
6. Объекты моделирования.
7. Точность моделей в математическом моделировании.
8. Пример компенсации ошибок параметров.
9. Лимитирующие стадии процесса.
10. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
11. Прямые и обратные задачи.
12. Параметрическая схема.
13. Анализ процесса теплопередачи.

14. Анализ коэффициента теплопередачи с точки зрения лимитирующей стадии процесса.
15. Влияние перемешивания.
16. Тепловые балансы.
17. Эмпирические модели и их математическое описание.

### ***Рубежный контроль №2***

1. Полный факторный эксперимент.
2. Матрица планирования эксперимента.
3. Анализ полученных уравнений регрессии.
4. Фазовые равновесия.
5. Материальный баланс процессов массопередачи.
6. Основное уравнение массопередачи.
7. Законы массопередачи.
8. Закон массоотдачи (уравнение Шукарева).
9. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.
10. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.

### ***Рубежный контроль №3***

1. Моделирование процесса переноса массы.
2. Массопередача в системе с твердой фазой.
3. Оценка времени извлечения распределяемого вещества из твердой частицы.
4. Метод послойной отработки.
5. Модель массопереноса для диффузионной области.
6. Гидродинамические модели структуры потоков и аппаратов непрерывного действия.
7. Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах.
8. Модели структуры потоков.
9. Базовые соотношения.
10. Начальные и граничные условия к уравнениям переноса.
11. Уравнение конвективного переноса массы.
12. Уравнение переноса теплоты.
13. Математическое программирование и задачи оптимизации.
14. Понятие классической теории оптимизации.
15. Оптимизации теплообменных аппаратов на основе аналитических моделей.
16. Оптимизации теплообменных аппаратов на основе эмпирических моделей.

**Коллоквиум.** Коллоквиум – письменная (устная) работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) в часы аудиторной работы. Не менее чем за 1 неделю до коллоквиума, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут коллоквиум, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

Коллоквиум может состоять из одного или нескольких заданий практического содержания. При выполнении контрольной работы пользоваться конспектами лекций, учебниками не разрешается. Длительность коллоквиума составляет не более 90 минут.

**Критерии оценки.** Уровень знаний определяется баллами:

**6 баллов** - правильно выполнены все задания, продемонстрирован высокий уровень владения материалом, проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**5-4 балла** - правильно выполнена большая часть заданий, присутствуют незначительные ошибки, продемонстрирован хороший уровень владения материалом, проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**3-2 балла** - задания выполнены более чем наполовину, присутствуют серьезные ошибки, продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**1 балл** - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса существенными ошибками в определениях.

**0 баллов** - при полном несоответствии всем критериям и отсутствии ответа.

**Оценочные материалы для контрольной работы**  
(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-12)

**Образцы контрольных заданий:**

1. Математический маятник отклонен на угол  $45^0$  и отпущен без начальной скорости. Исследовать зависимость периода колебаний от длины маятника.
2. Однородный цилиндр катится по горизонтальной плоскости под действием силы  $\vec{F}$ . Считая, что скольжение отсутствует, исследовать зависимость ускорения точки О от величины силы F (О – центр цилиндра).
3. Сосуд наполнен идеальным газом. Какова зависимость давления этого газа от средней скорости его молекул?
4. Колонна автомобилей движется по шоссе со скоростью  $v_1 = 60$  км/ч. Длина колонны (расстояние по шоссе от первого автомобиля до последнего) составляет  $L_1 = 150$  м. По пути следования колонне встречается аварийный участок дороги, протяжённость которого значительно больше длины колонны. Попав на него, каждый автомобиль, поддерживая безопасный интервал, быстро снижает скорость до  $v_2 = 40$  км/ч. Определите длину колонны на аварийном участке дороги.
5. Найти период малых колебаний ареометра массой  $m$  в жидкости плотностью  $\rho$ . Ареометр представляет собой закрытую трубку с площадью поперечного сечения  $S$ . При погружении в жидкость он плавает так, что трубка располагается вертикально. Надавливая на верхний конец трубки, плавающий ареометр выводят из положения равновесия, после чего он начинает колебаться. Какова длина математического маятника с тем же периодом колебаний?
6. Оценить выражение для конечной скорости тела при его прямолинейном равноускоренном движении из состояния покоя. Предположить зависимость конечной скорости от пройденного пути, ускорения, массы тела.

7. Вывести формулу центростремительного ускорения материальной точки, предполагая его зависимость от линейной скорости точки и радиуса окружности.

8. Привести примеры объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами.

9. Разработать математическую модель аппарата с перемешивающим устройством, в котором нагреваются при перемешивании две жидкости.

10. При проведении технологического процесса выход продукта зависит от концентрации компонента  $x_1$ , %, и температуры  $x_2$ , °C. В ходе исследования было получено:

$$x_{1\max}=40\%; \quad x_{1\min}=20\%;$$

$$x_{2\max}=80^\circ\text{C}; \quad x_{2\min}=40^\circ\text{C}.$$

Найти сочетание факторов, при которых установка будет давать максимум продукции.

11. Составить математическую модель следующей задачи:

Кондитерская фабрика выпускает разные сорта конфет. Их производство ограничено наличием необходимых ресурсов, какао-бобов (КБ), сухого молока (СМ) и вспомогательного сырья (ВС).

Нормы затрат ресурсов на единицу продукции, запасы ресурсов и прибыль от реализации единицы продукции приведены в таблице.

Виды ресурсов	Виды продукции		Запасы ресурсов
	«Ромашка»	«Буревестник»	
КБ	3	2	27
СМ	2	4	28
ВС	2	3	23
Прибыль	4	7	

Требуется составить производственный план выпуска продукции с учетом имеющихся ресурсов, который бы обеспечивал наибольшую прибыль.

12. На трех предприятиях отрасли необходимо изготовить 300 кг колбасных изделий. Затраты, связанные с производством  $x_1$  изделий на 1-ом предприятии, равны  $x_1^2$  руб.; затраты, обусловленные изготовлением  $x_2$  изделий на 2-ом предприятии и  $x_3$  изделий на 3 предприятии равны  $2x_2 = x_2^2$  руб. и  $4x_3 + x_3^2$  руб. соответственно.

Определить, сколько изделий на каждом из предприятий следует произвести, чтобы общие затраты, обусловленные изготовлением необходимой продукции, были минимальными?

13. Составить математическую модель и решить следующую задачу линейного программирования:

Кондитерская фабрика производит продукцию двух видов: конфеты и шоколад. Для производства продукции каждого вида требуются ресурсы двух типов: сахар и какао-бобы. Для производства одной тонны продукции каждого вида требуется по одной тонне сахара. Для производства одной тонны шоколада требуется 5 тонн какао, а для производства одной тонны конфет – 2 тонны какао. Суточные запасы ресурсов равны 4 и 10 тонн соответственно. Прибыль от реализации одной тонны шоколада и конфет составляет 5 и 3 тысячи рублей соответственно. Написать математическую модель для нахождения оптимального (т. е. максимизирующего прибыль) суточного плана производства.

Основные данные задачи можно представить в виде таблицы:

Исходные ресурсы	Расход продукции на 1 тонну готовой продукции		Запас ресурса
	Шоколад	Конфеты	
Сахар	1	1	4
Какао	5	2	10
Прибыль	5	3	

14. Фармацевтическая фабрика ежедневно производит не менее 800 фунтов пищевой добавки – смеси кукурузной и соевой муки, состав которой представлен в таблице (в фунтах на фунт муки):

Мука	Кукурузная	Соевая
Белок	0,09	0,6
Клетчатка	0,02	0,06
Стоимость (в долл. За фунт)	0,3	0,9

Диетологи требуют, чтобы в пищевой добавке было не менее 30 % белка и не более 5 % клетчатки. Фирма хочет определить рецептуру смеси минимальной стоимости с учетом требований диетологов.

15. Решить графически задачу линейного программирования:

$$\begin{aligned} \max z &= \max(5x_1 + 3x_2); \\ x_1 + x_2 &\leq 4; \\ 5x_1 + 2x_2 &\leq 10; \\ x_1 &\geq 0, \quad x_2 \geq 0. \end{aligned}$$

16. Решить графически задачу линейного программирования:

$$\begin{aligned} Z(X) &= x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 \rightarrow \min, \\ \begin{cases} 5x_1 - 6x_2 + x_3 - 2x_4 = 2, \\ 11x_1 - 14x_2 + 2x_3 - 5x_4 = 2, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4. \end{cases} \end{aligned}$$

**Контрольная работа.** Контрольная работа – письменная работа небольшого объема, предполагающая проверку знаний заданного к изучению материала и навыков его практического применения. Проводится три раза в течение изучения дисциплины (семестр) в часы аудиторной работы. Не менее чем за 1 неделю до контрольной работы, преподаватель должен определить студентам исходные данные для подготовки: назвать разделы (темы, вопросы), по которым будут контрольные задания, теоретические источники (с точным указанием разделов, тем, статей) для подготовки.

Контрольные работы могут состоять из одного или нескольких заданий практического содержания. При выполнении контрольной работы пользоваться конспектами лекций, учебниками, задачками не разрешено. Длительность решения контрольных заданий составляет не более 90 минут.

**Критерии оценки.** Уровень знаний определяется баллами:

**6 баллов** - правильно выполнены все задания, продемонстрирован высокий уровень владения материалом, проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**5-4 балла** - правильно выполнена большая часть заданий, присутствуют незначительные ошибки, продемонстрирован хороший уровень владения материалом, проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**3-2 балла** - задания выполнены более чем наполовину, присутствуют серьезные ошибки, продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом, проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**1 балл** - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса существенными ошибками в определениях.

**0 баллов** - при полном несоответствии всем критериям и отсутствии ответа.

### ***Оценочные материалы для промежуточной аттестации***

*Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.*

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения экзамена (1 семестр).

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов

### **Вопросы на экзамен**

*(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-12)*

- 1.Метод анализа размерностей.
- 2.Подобие условий однозначности. Геометрическое подобие. Временное подобие.
- 3.Подобие физических величин. Подобие начальных условий.
- 4.Некоторые особенности применения теорем подобия к анализу процессов.
- 5.Модели и объекты моделирования в пищевой инженерии.
- 6.Объекты моделирования.
- 7.Точность моделей в математическом моделировании.
- 8.Пример компенсации ошибок параметров.
- 9.Лимитирующие стадии процесса.
- 10.Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
- 11.Прямые и обратные задачи.
- 12.Параметрическая схема.
- 13.Анализ процесса теплопередачи.
- 14.Анализ коэффициента теплопередачи с точки зрения лимитирующей стадии процесса.
- 15.Влияние перемешивания.
- 16.Тепловые балансы.
- 17.Эмпирические модели и их математическое описание.
- 18.Полный факторный эксперимент.
- 19.Матрица планирования эксперимента.
- 20.Анализ полученных уравнений регрессии.



21. Фазовые равновесия.
22. Материальный баланс процессов массопередачи.
23. Основное уравнение массопередачи.
24. Законы массопередачи.
25. Закон массоотдачи (уравнение Шукарева).
26. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи.
27. Дифференциальное уравнение конвективной диффузии.
28. Моделирование процесса переноса массы.
29. Массопередача в системе с твердой фазой.
30. Оценка времени извлечения распределяемого вещества из твердой частицы.
31. Метод послойной отработки.
32. Модель массопереноса для диффузионной области.
33. Гидродинамические модели структуры потоков и аппаратов непрерывного действия.
34. Экспериментальные методы исследования структуры потоков в аппаратах.
35. Модели структуры потоков.
36. Базовые соотношения.
37. Начальные и граничные условия к уравнениям переноса.
38. Уравнение конвективного переноса массы.
39. Уравнение переноса теплоты.
40. Математическое программирование и задачи оптимизации.
41. Понятие классической теории оптимизации.
42. Оптимизации теплообменных аппаратов на основе аналитических моделей.
43. Оптимизации теплообменных аппаратов на основе эмпирических моделей.

***Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:***

**«отлично»** (30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хорошо»** (24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительно»** (18 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

**«неудовлетворительно»** (14 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

***Критерии оценки.***

Уровень знаний определяется оценками **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«зачтено»**, **«неудовлетворительно»**, **«не зачтено»**.

1. Оценка **«отлично»** - студент показывает полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано отвечает на поставленный вопрос, а также дополнительные вопросы, показывает высокий уровень теоретических знаний.

2. Оценка **«хорошо»** - студент показывает глубокие знания программного материала, грамотно его излагает, достаточно полно отвечает на поставленный вопрос и дополнительные вопросы, умело формулирует выводы. В тоже время при ответе допускает несущественные погрешности.

3. Оценка **«удовлетворительно»** - студент показывает достаточные, но не глубокие знания программного материала; при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами. Для получения правильного ответа требуется уточняющие вопросы.

4. Оценка **«неудовлетворительно»** - студент показывает недостаточные знания программного материала, не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускаются грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на поставленный вопрос или затрудняется с ответом.

## **6 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 – баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является экзамен (5 семестр).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

### **Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение)**

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы

частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Контролируемые компетенции (часть компетенций)	Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
<b>ОПК-1.</b> Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования; <b>ОПК-12.</b> Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;	<b>Знать</b> теоретические основы физических процессов	Основные законы физики и механики	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
	<b>Знать</b> область применения моделей машин и аппаратов пищевой инженерии	Массообменные и гидродинамические процессы пищевой технологии	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
	<b>Уметь</b> обосновывать применение моделей машин и аппаратов в технологическом процессе	Основные теоретические положения моделирования машин и аппаратов	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
	<b>Уметь</b> использовать методы оптимизации технологических процессов производства	Построение математических моделей и их использование при оптимизации технологических процессов производства	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
	<b>Владеть</b> навыками получения и обработки информации	Обработка информации из различных источников с использованием современных информационных технологий	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен

	<b>Владеть</b> навыками применения прикладных программных средств при решении практических вопросов	Оформление алгоритмов и программ реальных технологических процессов	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
<b>ОПК-1.</b> Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки результатов исследования; <b>ОПК-12.</b> Способен разрабатывать современные методы исследования технологических машин и оборудования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;	<b>Знать</b> методику моделирования процессов и аппаратов	Основные этапы моделирования, эмпирические модели, имитационные модели	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
	<b>Уметь</b> использовать методы математического моделирования технологических процессов производства	Планировать и проводить экспериментальные исследования на экспериментальном и промышленном оборудовании	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен
	<b>Владеть</b> навыками решения практических вопросов с использованием персональных компьютеров	Применение программных средств общего и специального назначения	Практическое занятие, коллоквиум, контрольное задание, задание на экзамен

### Шкала оценивания планируемых результатов обучения

#### Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
3	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ, отсутствие	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических работ, рефератов,

	рефератов. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	практических работ, рефератов, ответы на коллоквиуме на оценку «удовлетворительно».	практических работ, рефератов, ответы на коллоквиуме на оценку «хорошо».	ответы на коллоквиуме на оценку «отлично».
--	--	---	--	--

### Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 1 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
3	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй вопрос.

### 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

## Основная литература

1. Алексеев Г.В. Применение математических методов в пищевой инженерии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Алексеев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 125 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16901.html>

2. Алексеев Г.В. Математические методы в инженерии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Г.В. Алексеев. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014. — 69 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67259.html>

## Дополнительная литература

3. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищевых производств: Учеб. пособие 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Выща шк. 1991. — 367 с.

4. Грачев Ю.П., Тубольцев А.К., Тубольцев В.К. Моделирование и оптимизация тепла и массообменных процессов пищевых производств. — М.: 1984.

5. Злобин Л.А. Оптимизация технологических процессов хлебопекарного производства. — М.: 1987.

6. Имитационное моделирование в оперативном управлении производством. / Н.А. Соломатин, Г.В. Беляев, В.Ф. Петроченко. — М.: 1984.

7. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. — М.: 1985. — 380 с.

## Периодические издания

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Информационные технологии»
3. Журнал «Пищевая промышленность»
4. Прикладная математика и механика

## Интернет-ресурсы

### Общие информационные, справочные и поисковые системы:

1 СИС «Консультант плюс» <http://www.c-consultant.ru/cons/>

2 СИС «Гарант» [http: http://www.garant.ru](http://www.garant.ru)

### Профессиональные базы данных:

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	ЭБД РГБ	Электронные версии <b>885898</b> полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru">http://www.diss.rsl.ru</a>	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113) Удаленный доступ
2.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около <b>12,5 тыс.</b> журналов	<a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая <ul style="list-style-type: none"><li>• 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий);</li></ul>	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Доступ по IP-адресам КБГУ

		<ul style="list-style-type: none"> <li>6,8 млн. докладов из трудов конференций</li> </ul>		
4.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Полный доступ
5.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
6.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ Удаленный доступ
7.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	Учебники, учебные пособия, по всем областям знаний для ВО и СПО, а также монографии и научная периодика	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	<b>ЭБС «АйПиЭрбукс»</b>	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	<b>ЭБС КБГУ</b>	(электронный каталог фонда + полнотекстовая БД)	<a href="http://lib.kbsu.ru">http://lib.kbsu.ru</a>	Полный доступ

– Кроме того, обучающиеся могут воспользоваться профессиональными поисковыми системами:

1. Служба тематических толковых словарей <http://glossary.ru/>
2. Словари и энциклопедии <https://dic.academic.ru/>  
Википедия <http://ru.wikipedia.org/wiki/>

## Методические указания

### *Методические указания по проведению различных учебных занятий и другим видам самостоятельной работы*

Основными видами учебных занятий при изучении курса являются лекции, практические занятия и контролируемая самостоятельная работа студентов с изучением ими рекомендованной литературы.

Лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;

- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;

- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей научной деятельностью магистрантов.

Преподаватель, читающий данный лекционный курс, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

Практические занятия служат углублению и закреплению знаний студентов, полученных ими в ходе лекций. Проводятся практические занятия по узловым и наиболее сложным темам учебной программы. Они могут быть построены как на материале одной лекции, так и на содержании обзорной лекции, а также по определённой теме без чтения предварительной лекции. Главная и определяющая особенность любого практического занятия – наличие элементов дискуссии, проблемности, диалога между преподавателем и студентами и самими студентами.

Кроме того, практические занятия позволяют разобраться в сложных вопросах, возникающих в процессе самостоятельной работы, и сформировать необходимые навыки и умения. Указанная форма проведения занятий развивает ораторские способности, совершенствует навыки выступления. Являясь одним из основных видов учебных занятий, практика подводит итог самостоятельной работе студентов по каждой теме. При этом практические занятия дают положительные результаты только в том случае, если им предшествует достаточно эффективная и плодотворная работа по самостоятельному изучению рекомендованной основной и дополнительной литературы.

Базовыми видами учебной работы студентов являются аудиторная и самостоятельная. Причем, аудиторной работе на практических занятиях, обязательно должна предшествовать самостоятельная работа студента. В частности, подготовку к практическим занятиям рекомендуется начинать заблаговременно и проводить в следующей последовательности: уяснение темы и основных вопросов, выносимых на занятие; определение порядка подготовки к семинару (когда и какую литературу изучить, на какие вопросы обратить особое внимание); ознакомление с литературой, и её изучение. При изучении литературы необходимо переработать информацию, глубоко осмыслив прочитанное. В ходе подготовки к занятию студенты могут выполнить:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовку докладов для практических занятий;
- поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовку заключения по обзору;
- решение задач, упражнений;
- работу с тестами и вопросами для самопроверки.

При подготовке к ответу студент должен обратить внимание на следующие требования: свободное изложение материала; аргументированность всех содержащихся в ответе выводов и заключений; культуру речи. Выступающий должен уметь отстаивать свои результаты. Студенты должны быть готовы к выступлению добровольно или по вызову преподавателя по всем вопросам, рассматриваемым на занятии.

В ходе практического занятия студентам рекомендуется внимательно слушать выступления товарищей, делать при необходимости записи, а также замечать допущенные в решениях студентов неточности, ошибки и исправлять их. В конце занятия



преподаватель подводит итоги изучения темы, объявляет оценки, полученные студентами, дает в случае необходимости рекомендации по дополнительной работе над отдельными вопросами темы.

### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При

этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную творческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

### ***Методические рекомендации для подготовки к экзамену***

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений, обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К экзамену допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На экзамене студент может набрать от 15 до 30 баллов.

В период подготовки к экзамену обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка к экзамену по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На экзамен выносятся материалы в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме, ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые включают в себя: тестовые задания; теоретические задания; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий

совпадает с формулировкой перечня экзаменационных вопросов, доведенных до сведения обучающихся накануне экзаменационной сессии. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего экзамен. На подготовку ответа на билет на экзамене отводится 40 минут.

При проведении письменного экзамена на работу отводится 60 минут.

Результат устного (письменного) экзамена выражается оценками:

**Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знание основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

## 8 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Наименование программы, право использования которой предоставляется
Лицензия на офисное программное обеспечение Мой Офис Стандартный
Лицензия на программное обеспечение средств антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1000-1500 Node 1 year Educational Renewal License (KL4863RAVFQ)
Права на программное обеспечение универсальная система для всестороннего статистического анализа и визуализации данных на 500 пользователей. Statistica Ultimate Academic for Windows 10 Russian/13 English на 500 пользователей Локальная версия (Named User) Годовая лицензия
Лицензия на программное обеспечение для анализа и построения графиков ORIGINPRO- New License Concurrent Network Single Seat EDUCATIONAL
Лицензия на право использования Учебного комплекта программного обеспечения КОМПАС-3D приложение "Проектирование и конструирование в машиностроении" на 250 рабочих мест
Лицензия на программное обеспечение для работы с документами формата PDF

Acrobat Pro DC for teams ALL Multiple Platforms Multi European Languages Level 1 (1-9) Education Named License 65297997BB01A12
7zip Архиватор

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для предоставления информации большой аудитории.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – использование световой сигнализации дублирующую звуковую; обеспечение надлежащими средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений). Для самостоятельной работы студентов оборудована аудитория 145 главного учебного корпуса.

## **Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Математические методы в инженерии» по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование на 20 -20 учебный год

<b>№ п/п</b>	<b>Элемент (пункт) РПД</b>	<b>Перечень вносимых изменений (дополнений)</b>	<b>Примечание</b>

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры «Технология и оборудование автоматизированного производства»  
протокол № от «» 20 г.

Заведующий кафедрой

М.М. Яхутлов