

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

Кафедра *ТБ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 17.05.2022

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Моделирование химико-технологических процессов*

**Направление подготовки**

*18.03.01 Химическая технология*

**Профиль подготовки**

*Химическая технология неорганических  
веществ*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тические занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
5	108 / 3	16		16	1,6	0,25	33,85	74,15	Зач.
6	108 / 3	16	16		1,6	2,25	35,85	72,15	Зач. с оц.
Итого	216 / 6	32	16	16	3,2	2,5	69,7	146,3	

Муром, 2022 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: ознакомление студентов с методами и средствами моделирования химико-технологических процессов, включающими в себя: методы анализа сложных систем и процессов; основные принципы и этапы создания моделей и моделирования сложных систем; типовые математическими схемами моделирования; вопросы использования ЭВМ и информационных технологий при анализе и моделировании процессов.

Задачи дисциплины: приобретение навыков разработки моделей разнообразных химико-технологических процессов, оценке адекватности и точности, созданных моделей; реализации экспериментов с моделями; методами и средствами компьютерного моделирования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» базируется на знаниях, полученных студентами в области естественно-научных дисциплин: математика, физика, общая и неорганическая химия, экология, органическая химия. Применение знаний, умений и навыков, осваиваемых студентами в данном курсе, будет осуществляться во время изучения дисциплин специализации, а также при написании выпускных квалификационных работ бакалавров.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач	уметь применять теоретические и полуэмпирические модели при решении практических задач (ОПК-2.1) владеть методами моделирования химико-технологических процессов (ОПК-2.1)	тест
	ОПК-2.3 Демонстрирует знания математики, необходимые для решения задач в области профессиональной деятельности	знать основы моделирования химико-технологических процессов (ОПК-2.3)	

## 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

#### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Моделирование – как метод научного познания	5	2							71	тестирование
2	Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии	5	14		16					3,15	тестирование
Всего за семестр		108	16		16			1,6	0,25	74,15	Зач.
3	Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии	6	16	16						72,15	тестирование
Всего за семестр		108	16	16			+	1,6	2,25	72,15	Зач. с оц.
Итого		216	32	16	16			3,2	2,5	146,3	

#### 4.1.2. Содержание дисциплины

##### 4.1.2.1. Перечень лекций

##### Семестр 5

*Раздел 1. Моделирование – как метод научного познания*

##### Лекция 1.

Модели и моделирование. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии (2 часа).

*Раздел 2. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии*

##### Лекция 2.

Химико-технологический процесс как система. Основы моделирования ХТП (2 часа).

##### Лекция 3.

Алгоритмизация математических моделей. Методы и средства компьютерного моделирования. Принципы компьютерного моделирования ХТП. Численные методы компьютерного моделирования ХТП (2 часа).

#### **Лекция 4.**

Разработка стохастических моделей химико-технологических процессов. Случайные события и величины. Статистические оценки и проверка гипотез. Метод наименьших квадратов (2 часа).

#### **Лекция 5.**

Эмпирические модели. Планирование экспериментов. Обработка результатов экспериментальных данных (2 часа).

#### **Лекция 6.**

Методы оценки адекватности математических моделей. Статистическая оценка числовых характеристик случайных процессов. Параметрическая идентификация моделей. Проверка адекватности модели (2 часа).

#### **Лекция 7.**

Математические модели нестационарных процессов. Параметрическая чувствительность и устойчивость процессов (2 часа).

#### **Лекция 8.**

Методы оптимизации в химической технологии. Постановка задачи оптимизации. Метод дифференциальных исчислений. Численные методы оптимизации (2 часа).

### **Семестр 6**

*Раздел 3. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии*

#### **Лекция 9.**

Модели кинетики химических процессов. Стехиометрия и равновесие химических реакций. Формальная химическая кинетика. Основные принципы построения кинетических моделей. Кинетические модели стационарных реакций (2 часа).

#### **Лекция 10.**

Математические модели структуры потоков в аппаратах. Анализ и описание процессов в потоке. Методы исследования структуры потоков. Потоки в аппаратах непрерывного действия. Модели идеальных и неидеальных потоков (2 часа).

#### **Лекция 11.**

Явления переноса в химико-технологических процессах. Механизмы переноса. Тепловые явления. Внешнедиффузное и внутридиффузное торможение. Процессы с межфазовым массообменом (2 часа).

#### **Лекция 12.**

Модели гидродинамики аппаратов в химико-технологических процессах. Моделирование гидромеханических процессов. Модели движения частиц в жидкости и газе (2 часа).

#### **Лекция 13.**

Моделирование теплообменных процессов. Конвективный теплообмен. Моделирование работы рекуперативных теплообменных аппаратов. Оптимизация процессов и аппаратов теплообмена (2 часа).

#### **Лекция 14.**

Основные уравнения тепловых процессов. Исследование процессов аналитическими и численными методами (2 часа).

#### **Лекция 15.**

Моделирование массообменных процессов. Детерминированный и стохастический подходы к описанию массопередачи. Описание равновесий и массопередачи в системах жидкость-газ и жидкость-жидкость. Ректификация многокомпонентных смесей. Механизм переноса вещества и законы диффузии, основы кинетики процесса массопередачи (2 часа).

#### **Лекция 16.**

Моделирование гомогенных химических реакторов. Структурный анализ процессов, протекающих в реакторе, выделение микро- и макроуровней. Математические модели реакторов с учётом явлений диффузии. Модели кинетики гетерогенных химических реакций. Основные понятия химической кинетики в гетерогенном катализе. Элементы теории сложных реакций (2 часа).

#### 4.1.2.2. Перечень практических занятий

##### Семестр 6

*Раздел 3. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии*

##### Практическое занятие 1

Определение параметров протекания химической реакции (2 часа).

##### Практическое занятие 2

Разработка стохастической модели в форме уравнения регрессии в активном-пассивном эксперименте (2 часа).

##### Практическое занятие 3

Планирование эксперимента (2 часа).

##### Практическое занятие 4

Оптимизация температурного режима в реакторе идеального вытеснения (2 часа).

##### Практическое занятие 5

Определение гидродинамического режима реактора на основе дифференциальной функции распределения времени пребывания (2 часа).

##### Практическое занятие 6

Оптимизация химического процесса. Выбор оптимального штамма (2 часа).

##### Практическое занятие 7

Анализ параметрической чувствительности химических реакторов (2 часа).

##### Практическое занятие 8

Расчет материального баланса процесса синтеза хлористого этила (2 часа).

#### 4.1.2.3. Перечень лабораторных работ

##### Семестр 5

*Раздел 2. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии*

##### Лабораторная 1.

Моделирование баланса по стадиям производства ХТП (4 часа).

##### Лабораторная 2.

Математическое моделирование гидродинамической структуры потоков (4 часа).

##### Лабораторная 3.

Математическое моделирование теплообменных процессов (4 часа).

##### Лабораторная 4.

Математическое моделирование массообменных процессов (4 часа).

#### 4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Программное средство математического моделирования MathCad.
2. Математическое моделирование ХТП на основе решения нелинейных алгебраических уравнений и систем.
3. Основы математического моделирования ХТП с помощью решения дифференциальных уравнений.
4. Обработка эксперимента и статистическое моделирование в химической технологии.
5. Символьные вычисления в химической технологии.
6. Использование средств программирования при моделировании ХТП.
7. Основы оптимизации ХТП в системе MathCad.
8. Программные средства математического моделирования ХТП.
9. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации.

10. Процессы переноса вещества и тепла, основные законы диффузии и массопередачи. Диффузионные модели, комбинированные гидродинамические модели. Адекватность моделей структуры потоков.
11. Модель периодического осаждения суспензий. Модель непрерывного осаждения.
12. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи. Моделирование процессов сушки.
13. Моделирование и расчет диффузионных аппаратов. Расчет процессов разделения в газовых сепараторах на основе методики однократного испарения. Физико-химические основы, принципы расчета и модели процессов ректификации, адсорбции, абсорбции. Экстракция в системе жидкость – жидкость. Массовая кристаллизация из растворов.
14. Уравнения теплового баланса гомогенных химических реакторов. Сравнение различных типов химических реакторов. Моделирование процесса пиролиза лёгкого углеводородного сырья.
15. Понятия идеального и реального адсорбированного слоя. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций: метод Лэнгмюра, метод стационарных концентраций, метод графов.
16. Моделирование контактно-каталитических реакторов. Конструкции химических реакторов с неподвижным слоем катализатора. Квазигомогенные модели каталитических химических процессов, модели идеального вытеснения, модели с учётом явлений переноса по радиусу контактной трубки, двухфазные гетерогенные модели. Моделирование промышленных каталитических процессов.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

1. Компьютерное моделирование синтетических полимеров.
2. Моделирование химических соединений с заданными свойствами.
3. Моделирование молекулярной структуры химических элементов и комплексов методами квантовой химии.
4. Компьютерное моделирование химических реакций.
5. Моделирование структуры и свойств химических соединений методами Монте-Карло и молекулярной динамики.
6. Численное решение уравнений химико-технологических процессов.
7. Оптимизация химических процессов.
8. Моделирование кинетики реакции коксования из нефтяного сырья (гудрон 1).
9. Моделирование кинетики коксования из нефтяного сырья (гудрон 2).
10. Моделирование кинетики реакции коксования из нефтяного сырья (ближневосточная нефть).
11. Моделирование кинетики реакции коксования из нефтяного сырья (тяжелый газойль каталитического крекинга).
12. Моделирование кинетики пиролиза пропана.
13. Моделирование кинетики реакции алкилирования бензола пропиленом.
14. Моделирование кинетики реакции каталитического окисления пропилена.
15. Моделирование кинетики реакции каталитического окисления бензола в малеиновый ангидрид.
16. Моделирование кинетики реакции термического разложения этана.
17. Моделирование кинетики реакции термического разложения метана.
18. Моделирование кинетики реакции каталитического окисления о-ксилола.
19. Моделирование кинетики реакции окислительного аммонолиза о-ксилола.
20. Моделирование кинетики окисления н-бутена.

21. Моделирование кинетики реакции жидкофазного каталитического окисления нафталина.
22. Моделирование кинетики реакции жидкофазного каталитического окисления п-ксилола.
23. Моделирование кинетики реакции полимеризации этилена при средних давлениях с инициатором.
24. Моделирование кинетики реакции полимеризации этилена при средних давлениях на твердых катализаторах.
25. Моделирование кинетики реакции инициированного окисления полиэтилена.
26. Моделирование кинетики реакции инициированного окисления полипропилена.
27. Моделирование кинетики реакции инициированного окисления сополимера пропилена с этиленом.

## **5. Образовательные технологии**

Использование проблемно-ориентированного междисциплинарного подхода к изучению дисциплины предусматривает комплексное освоение методов моделирования химико-технологических процессов. Системная методология решения проблемно-ориентированных прикладных задач обеспечивает качество и полноту подготовки специалистов в области химических технологий.

Для реализации познавательной и творческой активности студента в учебном процессе используются современные образовательные технологии, дающие возможность повышать качество образования, более эффективно использовать учебное время и снижать долю репродуктивной деятельности студентов. В вузе представлен широкий спектр образовательных педагогических технологий, которые применяются в учебном процессе:

проблемное обучение - создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности;

разноуровневое обучение - у преподавателя появляется возможность помогать слабому, уделять внимание сильному, реализуется желание сильных студентов быстрее и глубже продвигаться в образовании. Сильные студенты утверждают в своих способностях, слабые получают возможность испытывать учебный успех, повышается уровень мотивации учения;

исследовательские методы в обучении - дают возможность студентам самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения;

лекционно-семинарско-зачетная система - дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподносить его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке студентов;

информационно-коммуникационные технологии - изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование интегрированных курсов, доступ в интернет;

здоровьесберегающие технологии - использование данных технологий позволяют равномерно во время занятия распределять различные виды заданий, определять время подачи сложного учебного материала, выделять время на проведение самостоятельных работ, что дает положительные результаты в обучении.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

## **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Журавлева, Т. Ю. Практикум по дисциплине «Имитационное моделирование» / Т. Ю. Журавлева. — Саратов : Вузовское образование, 2015. — 35 с. - <http://www.iprbookshop.ru/27380>
2. Решмин, Б. И. Имитационное моделирование и системы управления / Б. И. Решмин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2016. — 74 с. - <http://www.iprbookshop.ru/51719>
3. Шимова, Ю. С. Моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / Ю. С. Шимова, Н. Ю. Демиденко, Е. В. Лис. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2021. — 94 с. - <https://www.iprbookshop.ru/116642>
4. Жукова, И. Ю. Моделирование химико-технологических процессов : учебно-методическое пособие / И. Ю. Жукова, Л. А. Дегтярь, В. В. Демьян. — Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2019. — 49 с. - <https://www.iprbookshop.ru/117721>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Воробьев, Е. С. Моделирование химико-технологических процессов. В 2 частях. Ч.1. Статистические расчеты и обработка эксперимента. Реализация решений в среде Microsoft Excel : учебное пособие / Е. С. Воробьев, Э. А. Каралин, Ф. И. Воробьева. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 104 с. - <https://www.iprbookshop.ru/100562>
2. Воробьев, Е. С. Моделирование химико-технологических процессов. В 2 частях. Ч.2. Планирование оптимального эксперимента, реализация решений в среде Microsoft Excel : учебное пособие / Е. С. Воробьев, Э. А. Каралин, Ф. И. Воробьева. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 104 с. - <https://www.iprbookshop.ru/109559>
3. Евдокимов, А. Н. Моделирование химико-технологических процессов (экспериментально-статистические модели) : учебное пособие / А. Н. Евдокимов, А. В. Курзин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 106 с. - <https://www.iprbookshop.ru/102527>
4. Журнал "Математическое моделирование" - <http://www.mathnet.ru/>

## **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-образовательный портал "Российское образование" [www.edu.ru](http://www.edu.ru)

Сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>

Химический каталог <http://ximicat.com/>

Программное обеспечение:

LibreOffice (Mozilla Public License v2.0)

Mathcad Education – University Edition (100 pack) v.15 (Государственный контракт №1 от 10.01.2012 года)

MATLAB Classroom 100-149 Group All Platform Licenses (Государственный контракт №2.6.6.1 на закупку, установку, апробацию и внедрение современных средств САПР и библиотек проектирования от 20.11.2008 года)

#### **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

iprbookshop.ru  
mathnet.ru  
nait.ru  
edu.ru  
xumuk.ru  
ximicat.com  
mivlgu.ru/iop

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория

проектор SANYO PDG - DSU 20; ноутбук HP.

Компьютерный класс

6 компьютеров Pentium Dual CPU; 6 компьютеров Intel Core i3-2100; сервер Intel®Xeon® X3430 @ 2.40 ГГц Проектор ViewSonic PG603X DLP; ноутбук HP.

### **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

На практических занятиях пройденный теоретический материал подкрепляется решением задач по основным темам дисциплины. Занятия проводятся в лекционной аудитории с использованием наглядных учебно-методических материалов. В конце занятия обучающие демонстрируют полученные результаты преподавателю и при необходимости делают работу над ошибками.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями на курсовую работу. Обучающийся выбирает одну из указанных в перечне тем курсовых работ, исходя из своих интересов, наличия соответствующих литературных и иных источников. В ходе выполнения курсовой работы преподаватель проводит консультации обучающегося. На

заключительном этапе обучающийся оформляет пояснительную записку к курсовой работе и выполняет ее защиту в присутствии комиссии из преподавателей кафедры.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет с оценкой. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению  
*18.03.01 Химическая технология* и профилю подготовки *Химическая технология  
неорганических веществ*  
Рабочую программу составил к.т.н., доцент *Середа С.Н.*\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТБ*

протокол № 18 от 11.05.2022 года.

Заведующий кафедрой *ТБ* \_\_\_\_\_ *Шарапов Р.В.*

(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической  
комиссии факультета

протокол № 6 от 12.05.2022 года.

Председатель комиссии МСФ \_\_\_\_\_ *Калиниченко М.В.*

(Подпись)

(Ф.И.О.)

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Моделирование химико-технологических процессов

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Тесты текущего контроля знаний

Тест 1

1. Модель объекта это...
  - a) предмет похожий на объект моделирования
  - b) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
  - c) копия объекта
  - d) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта
2. Основная функция модели это:
  - a) Получить информацию о моделируемом объекте
  - b) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
  - c) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
  - d) Воспроизвести физическую форму объекта
3. Математические модели относятся к классу...
  - a) Изобразительных моделей
  - b) Прагматических моделей
  - c) Познавательных моделей
  - d) Символических моделей
4. Математической моделью объекта называют...
  - a) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
  - b) Любую символическую модель, содержащую математические символы
  - c) Представление свойств объекта только в числовом виде
  - d) Любую формализованную модель
5. Методами математического моделирования являются ...
  - a) Аналитический
  - b) Числовой
  - c) Аксиоматический и конструктивный
  - d) Имитационный
6. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:
  - a) Аналитическая
  - b) Графическая
  - c) Цифровая
  - d) Алгоритмическая
7. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...
  - a) Системой
  - b) Чертежом
  - c) Структурой объекта
  - d) Графом
8. Эффективность математической модели определяется ...
  - a) Оценкой точности модели
  - b) Функцией эффективности модели
  - c) Соотношением цены и качества
  - d) Простотой модели
9. Адекватность математической модели и объекта это...
  - a) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования

- b) Полнота отображения объекта моделирования
  - c) Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
  - d) Объективность результата моделирования
10. Состояние объекта определяется ...
- a) Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени
  - b) Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели
  - c) Только физическими данными об объекте
  - d) Параметрами окружающей среды
11. Изменение состояния объекта отображается в виде ...
- a) Статической модели
  - b) Детерминированной модели
  - c) Динамической модели
  - d) Стохастической модели
12. Фазовое пространство определяется ...
- a) Множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени
  - b) Координатами свойств объекта в фиксированный момент времени
  - c) Двумерным пространством с координатами  $x, y$
  - d) Линейным пространством
13. Фазовая траектория это
- a) Вектор в полярной системе координат
  - b) След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве
  - c) Монотонно убывающая функция
  - d) Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой
14. Точка бифуркации это...
- a) Точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта
  - b) Точка на траектории, характеризующая состояние покоя
  - c) Точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта
  - d) Точка равновесия
15. Декомпозиция это ...
- a) Процедура разложения целого на части с целью описания объекта
  - b) Процедура объединения частей объекта в целое
  - c) Процедура изменения структуры объекта
  - d) Процедура сортировки частей объекта
16. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...
- a) Дискретизацией модели
  - b) Алгоритмизацией модели
  - c) Линеаризацией модели
  - d) Идеализацией модели
17. Имитационное моделирование ...
- a) Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени
  - b) Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс
  - c) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы
  - d) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами
18. Планирование эксперимента необходимо для...
- a) Точного предписания действий в процессе моделирования
  - b) Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью
  - c) Выполнения плана экспериментирования на модели

- d) Сокращения числа опытов
19. Детерминированная модель - это ...
- a) Матрица, детерминант которой равен единице
- b) Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события
- c) Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости
- d) Система непредвиденных, случайных событий
20. Дискретизация модели это процедура...
- a) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени
- b) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную
- c) Процедура разделения целого на части
- d) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта
21. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей
- a) Универсальностью
- b) Неопределенностью
- c) Неизвестностью
- d) Случайностью
22. Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют...
- a) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов
- b) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов
- c) Математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени
- d) Математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций
23. Погрешность математической модели связана с ...
- a) Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима
- b) Неадекватностью модели
- c) Неэкономичностью модели
- d) Неэффективностью модели
24. При изучении объекта реальной действительности можно создать:
- a) одну единственную модель;
- b) несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
- c) одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;
- d) точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;
- e) вопрос не имеет смысла.
25. Процесс построения модели, как правило, предполагает:
- a) описание всех свойств исследуемого объекта;
- b) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
- c) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
- d) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;
- e) выделение не более трех существенных признаков объекта.
26. Натурное моделирование это:
- a) моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом- оригиналом;
- b) создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта- оригинала;
- c) моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта-оригинала;
- d) совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте-оригинале;

е) создание таблицы, содержащей информацию об объекте-оригинале.

27. Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:

- а) табличные информационные модели;
- б) математические модели;
- с) натурные модели;
- д) графические информационные модели;
- е) иерархические информационные модели.

28. В чем состоит планирование модельного эксперимента?

Выберите один ответ:

- а. разработка плана проведения исследований на модели
- б. определение диапазонов значений входных переменных на которых будет проводиться вычислительный эксперимент
- с. планирование работ по разработке модели системы и ее анализу
- д. анализ результатов моделирования

29. В чем состоит оптимизация модели?

Выберите один ответ:

- а. корректировка структуры модели или значений исходных данных с целью достижения оптимального решения согласно заданному критерию
- б. детализация структуры модели с целью адекватного описания системы
- с. выбор оптимальных значений параметров модели
- д. сокращение затрат ресурсов на проведение модельного эксперимента

30. Какие свойства характеризуют модель?

Выберите один или несколько ответов:

- а. адекватность
- б. корректность
- с. ограниченность
- д. устойчивость

31. Что определяет "адекватность" модели?

Выберите один ответ:

- а. соответствие структуры модели и исследуемой системы
- б. соответствие результатов моделирования, полученных на модели и с реальной системой
- с. получение точных результатов моделирования при изменении исходных данных с заданной вероятностью
- д. точное совпадение функций модели и системы

32. Что определяет "чувствительность" модели?

- а. реакция модели на незначительное изменение исходных данных
- б. получение корректных результатов моделирования с заданной вероятностью
- с. сохранение правильных результатов моделирования при зашумленных исходных данных
- д. неопределенность результатов моделирования при случайном характере исходных данных

33. Что характерно для математического моделирования?

Выберите один ответ:

- а. вероятностное описание системы или процесса методом Монте-Карло
- б. разработка математической модели системы или процесса
- с. формализованное описание системы или процесса с помощью математических соотношений и схем
- д. построение макета моделируемого объекта

34. Что характерно для имитационного моделирования?

Выберите один ответ:

- а. вероятностное описание системы или процесса методом Монте-Карло

- b. формализованное описание системы или процесса с помощью математических соотношений и схем
- c. разработка математической модели системы или процесса
- d. построение макета моделируемого объекта

35. Что характерно для физического моделирования?

Выберите один ответ:

- a. разработка математической модели системы или процесса
- b. вероятностное описание системы или процесса методом Монте-Карло
- c. формализованное описание системы или процесса с помощью математических соотношений и схем
- d. построение макета моделируемого объекта

36. Что характерно для компьютерного моделирования?

Выберите один или несколько ответов:

- a. использование программных средств моделирования
- b. разработка концептуальной модели
- c. алгоритмизация
- d. натурное макетирование

37. Для детерминированных моделей характерно:

Выберите один ответ:

- a. результаты моделирования фиксируются непрерывно
- b. результаты моделирования фиксируются только в дискретные моменты времени
- c. результаты моделирования одинаковы при одних и тех же исходных данных
- d. результаты моделирования статистически не определены

38. Для стохастических моделей характерно:

Выберите один ответ:

- a. результаты моделирования одинаковы при одних и тех же исходных данных
- b. результаты моделирования фиксируются непрерывно
- c. результаты моделирования фиксируются только в дискретные моменты времени
- d. результаты моделирования статистически не определены

39. Что такое "формализация" модели?

Выберите один ответ:

- a. преобразование концептуального описания проблемы в некоторый формальный вид, например, в виде математической модели
- b. словесное описание проблемы в предметной области
- c. составление формального описания проблемы на основе готовых типовых моделей
- d. разработка алгоритма и программы для решения проблемы

40. Дайте определение понятия "система".

- a. Система - это нечто целое, состоящее из взаимосвязанных элементов, предназначенное для достижения некоторой цели
- b. Система - это средство достижения цели
- c. Система - это совокупность элементов и связей между ними
- d. Система - это набор правил, определяющих способы решения задачи

Тест 2

1. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить к какому исходу приведет выбор какой-либо альтернативы?

- a. Прямые задачи
- b. Задачи идентификации
- c. Задачи оптимизации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

2. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество исходов и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить, какая альтернатива привела к наблюдаемому исходу?

- a. Обратные задачи
- b. Прямые задачи
- c. Задачи оптимизации
- d. Задачи ранжирования
- e. Задачи идентификации

3. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, а также функциональная зависимость между ними, и требуется принять оптимальное решение?

- a. Задачи оптимизации
- b. Прямые задачи
- c. Задачи идентификации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

4. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется установить функциональную связь между альтернативами и исходами?

- a. Задачи оптимизации
- b. Задачи ранжирования
- c. Обратные задачи
- d. Прямые задачи
- e. Задачи идентификации

5. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется их упорядочить по некоторому критерию оптимальности?

- a. Прямые задачи
- b. Задачи оптимизации
- c. Задачи ранжирования
- d. Обратные задачи
- e. Задачи идентификации

6. В задачах нелинейного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

- a. Переменные линейно независимы
- b. Множество значений переменных нелинейное
- c. Целевая функция может быть нелинейной
- d. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

7. Что определяет понятие «оптимальное решение»?

- a. Максимизация (минимизация) целевой функции
- b. Выбор альтернативы, приводящей к наиболее вероятному исходу
- c. Выбор альтернативы, соответствующей наилучшему значению критерия оптимальности
- d. Упорядочение множества альтернатив по некоторому критерию оптимальности

8. Что такое целевая функция?

- a. Функция, устанавливающая зависимость альтернатив и исходов
- b. Поиск оптимального решения на множестве альтернатив и исходов

- c. Критерий оптимальности
- d. Функция, заданная на множестве исходов, характеризующая цель задачи выбора

9. Что такое «критерий оптимальности»?

- a. Оптимальная альтернатива из множества возможных
- b. Экстремальное значение целевой функции
- c. Стратегия принятия оптимальных решений
- d. Целевой показатель, позволяющий сравнивать альтернативы между собой на предмет оптимальности

10. Что такое множество Парето?

- a. Множество недоминируемых альтернатив
- b. Множество оптимальных альтернатив
- c. Множество альтернатив внутри области допустимых решений
- d. Множество граничных точек в области допустимых решений

11. Что такое «область допустимых решений»?

- a. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности
- b. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи
- c. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи
- d. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности

12. Для решения каких задач обычно применяется симплекс-метод?

Выберите один или несколько ответов:

- a. Нелинейного программирования
- b. Динамического программирования
- c. Линейного программирования
- d. Целочисленного программирования
- e. Игровых задач в смешанных стратегиях
- f. Принятия решений в условиях неопределенности

13. Для решения каких задач применяется метод кусочно-линейной аппроксимации целевой функции?

- a. Линейного программирования
- b. Игровых задач в чистых стратегиях
- c. Выпуклого программирования
- d. Динамического программирования
- e. Целочисленного программирования
- f. Принятия решений в условиях неопределенности

14. Для решения каких задач применяется метод множителей Лагранжа?

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Игровых задач в смешанных стратегиях
- c. Целочисленного программирования
- d. Квадратичного программирования
- e. Линейного программирования
- f. Нелинейного программирования

15. Для решения каких задач применяется метод Гомори?

- a. Принятия решений в условиях неопределенности
- b. Квадратичного программирования
- c. Игровых задач в смешанных стратегиях

- d. Нелинейного программирования
- e. Целочисленного программирования
- f. Линейного программирования

16. Решение каких задач основано на принципе оптимальности Беллмана?

- a. Нелинейного программирования
- b. Динамического программирования
- c. Принятия решений в условиях неопределенности
- d. Линейного программирования
- e. Многокритериальных задач выбора
- f. Игровых задач в смешанных стратегиях

17. В задачах квадратичного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

- a. Число ограничений задачи не более двух
- b. Число переменных не больше двух
- c. Целевая функция задана полиномом второго порядка
- d. Ограничения задачи линейные
- e. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

18. В задачах целочисленного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

a. Коэффициенты при неизвестных в выражении целевой функции должны быть целочисленными

- b. Целевая функция целочисленная
- c. Вектор свободных членов ограничений задачи должен быть целочисленным
- d. Переменные принимают только целочисленные значения
- e. Область допустимых решений построена на целочисленных множествах переменных

19. В задачах динамического программирования:

Выберите один или несколько ответов:

a. Оптимальные решения на текущем шаге принимаются с учетом решений, принятых на предыдущем шаге

- b. Переменные задачи изменяются динамически
- c. Множество значений переменных задачи целочисленное
- d. Множество значений переменных задачи конечно и дискретно

Тестовые задачи 3

1. Манометр на трубопроводе, заполненном жидкостью, показывает давление 0,18 кгс/см<sup>2</sup>. На какую высоту  $h$  над точкой присоединения манометра поднимается в открытом пьезометре жидкость, находящаяся в трубопроводе. Если эта жидкость: а) вода; б) четыреххлористый углерод.

2. По горизонтальному трубопроводу с внутренним диаметром 200 мм протекает минеральное масло относительной плотностью 0,9. в трубопроводе установлена диафрагма с острыми краями (коэффициент расхода 0,61). Диаметр отверстия диафрагмы 76 мм. Ртутный дифманометр, присоединенный к диафрагме, показывает разность уровней 102 мм. Определить скорость масла в трубопроводе и расход его.

3. Написать уравнение для расчета мощности на перемешивание жидкостей мешалками. Критериальная форма записи этого уравнения. Перечислить области применения для перемешивания лопастных, пропеллерных, турбинных, якорных и ленточных мешалок, а также сжатого воздуха.

4. Составить математическую модель процесса осаждения, связанного с движением твердых тел в жидкости. В промышленных условиях эти процессы проводятся в ограниченном объеме при большой концентрации твердой фазы. В таких условиях оседающие частицы могут влиять на движение друг друга из-за их взаимного трения или столкновений. Такое

осаждение называют стесненным, а его закономерности отличаются от равномерного движения единичной частицы в среде.

5. Составить математическую модель для определения потери напора жидкости на трение в трубопроводе. Как рассчитываются коэффициенты трения и коэффициент местных сопротивлений.

6. Написать математические модели критериев гидродинамического подобия (критерий Рейнольдса  $Re$ , критерий гомохромности  $Ho$ , критерий Эйлера  $Eu$ , критерий Фруда  $Fr$ ) и объяснить их физический смысл. Написать общий вид критериальной зависимости.

7. Написать уравнение Бернулли (энергетический баланс потока) для идеальной и реальной жидкостей. Объяснить, что обозначают составляющие этого уравнения. Назвать случаи практического использования уравнения Бернулли.

8. Написать уравнение расхода и неразрывности потока (материальный баланс потока) в интегральной (не дифференциальной) форме

9. Кинематическая  $\nu$  и динамическая  $\mu$  вязкости жидкостей и газов. Влияние на них давления и температуры. Привести значения  $\nu$  и  $\mu$  для воды и воздуха.

10. Написать соотношение между удельным весом  $\gamma$  и плотностью  $\rho$ . Привести формулы для расчета  $\rho$  для газов. Привести значения  $\rho$  и  $\gamma$  для воды и  $\rho$  для воздуха.

### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	2 практических занятия (1 лаб. работы)	10
Рейтинг-контроль 2	2 практических занятия (1 лаб. работы)	10
Рейтинг-контроль 3	4 практических занятий (2 лаб. работы)	20
Посещение занятий студентом		10
Дополнительные баллы (бонусы)	научная работа	10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	курсовая работа	40

## 2. Промежуточная аттестация по дисциплине

### Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

### Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

Тест промежуточной аттестации

ОПК-2:

Блок 1 (знать)

1. Свойство, при котором модели могут быть полностью или частично использоваться при создании других моделей

- a) Универсальностью
- b) Неопределенностью
- c) Неизвестностью
- d) Случайностью

2. Непрерывно-детерминированные схемы моделирования определяют...

a) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций с учётом случайных факторов

- b) Математическое описание системы с помощью непрерывных функций без учёта случайных факторов
- c) Математическое описание системы с помощью функций непрерывных во времени
- d) Математическое описание системы с помощью дискретно-непрерывных функций
3. Погрешность математической модели связана с ...
- a) Несоответствием физической реальности, так как абсолютная истина недостижима
- b) Неадекватностью модели
- c) Неэкономичностью модели
- d) Неэффективностью модели
4. При изучении объекта реальной действительности можно создать:
- a) одну единственную модель;
- b) несколько различных видов моделей, каждая из которых отражает те или иные существенные признаки объекта;
- c) одну модель, отражающую совокупность признаков объекта;
- d) точную копию объекта во всех проявлениях его свойств и поведения;
- e) вопрос не имеет смысла.
5. Процесс построения модели, как правило, предполагает:
- a) описание всех свойств исследуемого объекта;
- b) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта;
- c) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи;
- d) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта;
- e) выделение не более трех существенных признаков объекта.
6. Натурное моделирование это:
- a) моделирование, при котором в модели узнается моделируемый объект, то есть натурная модель всегда имеет визуальную схожесть с объектом- оригиналом;
- b) создание математических формул, описывающих форму или поведение объекта- оригинала;
- c) моделирование, при котором в модели узнается какой-либо отдельный признак объекта- оригинала;
- d) совокупность данных, содержащих текстовую информацию об объекте- оригинале;
- e) создание таблицы, содержащей информацию об объекте- оригинале.
7. Рисунки, карты, чертежи, диаграммы, схемы, графики представляют собой:
- a) табличные информационные модели;
- b) математические модели;
- c) натурные модели;
- d) графические информационные модели;
- e) иерархические информационные модели.
8. В чем состоит планирование модельного эксперимента?  
Выберите один ответ:
- a. разработка плана проведения исследований на модели
- b. определение диапазонов значений входных переменных на которых будет проводится вычислительный эксперимент
- c. планирование работ по разработке модели системы и ее анализу
- d. анализ результатов моделирования
9. В чем состоит оптимизация модели?  
Выберите один ответ:
- a. корректировка структуры модели или значений исходных данных с целью достижения оптимального решения согласно заданному критерию
- b. детализация структуры модели с целью адекватного описания системы
- c. выбор оптимальных значений параметров модели
- d. сокращение затрат ресурсов на проведение модельного эксперимента
10. Какие свойства характеризую модель?

Выберите один или несколько ответов:

- a. адекватность
- b. корректность
- c. ограниченность
- d. устойчивость

11. Что определяет "адекватность" модели?

Выберите один ответ:

- a. соответствие структуры модели и исследуемой системы
- b. соответствие результатов моделирования, полученных на модели и с реальной системой
- c. получение точных результатов моделирования при изменении исходных данных с заданной вероятностью
- d. точное совпадение функций модели и системы

12. Что определяет "чувствительность" модели?

- a. реакция модели на незначительное изменение исходных данных
- b. получение корректных результатов моделирования с заданной вероятностью
- c. сохранение правильных результатов моделирования при зашумленных исходных данных
- d. неопределенность результатов моделирования при случайном характере исходных данных

13. Что характерно для математического моделирования?

Выберите один ответ:

- a. вероятностное описание системы или процесса методом Монте-Карло
- b. разработка математической модели системы или процесса
- c. формализованное описание системы или процесса с помощью математических соотношений и схем
- d. построение макета моделируемого объекта

14. Что характерно для имитационного моделирования?

Выберите один ответ:

- a. вероятностное описание системы или процесса методом Монте-Карло
- b. формализованное описание системы или процесса с помощью математических соотношений и схем
- c. разработка математической модели системы или процесса
- d. построение макета моделируемого объекта

15. Что характерно для физического моделирования?

Выберите один ответ:

- a. разработка математической модели системы или процесса
- b. вероятностное описание системы или процесса методом Монте-Карло
- c. формализованное описание системы или процесса с помощью математических соотношений и схем
- d. построение макета моделируемого объекта

16. Что характерно для компьютерного моделирования?

Выберите один или несколько ответов:

- a. использование программных средств моделирования
- b. разработка концептуальной модели
- c. алгоритмизация
- d. натурное макетирование

17. Для детерминированных моделей характерно:

Выберите один ответ:

- a. результаты моделирования фиксируются непрерывно
- b. результаты моделирования фиксируются только в дискретные моменты времени
- c. результаты моделирования одинаковы при одних и тех же исходных данных
- d. результаты моделирования статистически не определены

18. Для стохастических моделей характерно:

Выберите один ответ:

- a. результаты моделирования одинаковы при одних и тех же исходных данных
- b. результаты моделирования фиксируются непрерывно
- c. результаты моделирования фиксируются только в дискретные моменты времени
- d. результаты моделирования статистически не определены

19. Что такое "формализация" модели?

Выберите один ответ:

- a. преобразование концептуального описания проблемы в некоторый формальный вид, например, в виде математической модели
- b. словесное описание проблемы в предметной области
- c. составление формального описания проблемы на основе готовых типовых моделей
- d. разработка алгоритма и программы для решения проблемы

20. Дайте определение понятия "система".

- a. Система - это нечто целое, состоящее из взаимосвязанных элементов, предназначенное для достижения некоторой цели
- b. Система - это средство достижения цели
- c. Система - это совокупность элементов и связей между ними
- d. Система - это набор правил, определяющих способы решения задачи

21. Модель объекта это...

- a) предмет похожий на объект моделирования
- b) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели
- c) копия объекта
- d) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта

22. Основная функция модели это:

- a) Получить информацию о моделируемом объекте
- b) Отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- c) Получить информацию о моделируемом объекте или отобразить некоторые характеристические признаки объекта
- d) Воспроизвести физическую форму объекта

23. Математические модели относятся к классу...

- a) Изобразительных моделей
- b) Прагматических моделей
- c) Познавательных моделей
- d) Символических моделей

24. Математической моделью объекта называют...

- a) Описание объекта математическими средствами, позволяющее выводить суждение о некоторых его свойствах при помощи формальных процедур
- b) Любую символическую модель, содержащую математические символы
- c) Представление свойств объекта только в числовом виде
- d) Любую формализованную модель

25. Методами математического моделирования являются ...

- a) Аналитический
- b) Числовой
- c) Аксиоматический и конструктивный
- d) Имитационный

26. Какая форма математической модели отображает предписание последовательности некоторой системы операций над исходными данными с целью получения результата:

- a) Аналитическая
- b) Графическая
- c) Цифровая
- d) Алгоритмическая

27. Объект, состоящий из вершин и ребер, которые между собой находятся в некотором отношении, называют...

- a) Системой b) Чертежом c) Структурой объекта d) Графом
- 28. Эффективность математической модели определяется ...
  - a) Оценкой точности модели
  - b) Функцией эффективности модели
  - c) Соотношением цены и качества
  - d) Простотой модели
- 29. Адекватность математической модели и объекта это...
  - a) правильность отображения в модели свойств объекта в той мере, которая необходима для достижения цели моделирования
  - b) Полнота отображения объекта моделирования
  - c) Количество информации об объекте, получаемое в процессе моделирования
  - d) Объективность результата моделирования
- 30. Состояние объекта определяется ...
  - a) Количеством информации, полученной в фиксированный момент времени
  - b) Множеством свойств, характеризующим объект в фиксированный момент времени относительно заданной цели
  - c) Только физическими данными об объекте
  - d) Параметрами окружающей среды
- 31. Изменение состояния объекта отображается в виде ...
  - a) Статической модели
  - b) Детерминированной модели
  - c) Динамической модели
  - d) Стохастической модели
- 32. Фазовое пространство определяется ...
  - a) Множеством состояний объекта, в котором каждое состояние определяется точкой с координатами эквивалентными свойствам объекта в фиксированный момент времени
  - b) Координатами свойств объекта в фиксированный момент времени
  - c) Двумерным пространством с координатами  $x, y$
  - d) Линейным пространством
- 33. Фазовая траектория это
  - a) Вектор в полярной системе координат
  - b) След от перемещения фазовой точки в фазовом пространстве
  - c) Монотонно убывающая функция
  - d) Синусоидальная кривая с равными амплитудами и частотой
- 34. Точка бифуркации это...
  - a) Точка фазовой траектории, характеризующая изменение состояния объекта
  - b) Точка на траектории, характеризующая состояние покоя
  - c) Точка фазовой траектории, предшествующая резкому изменению состояния объекта
  - d) Точка равновесия
- 35. Декомпозиция это ...
  - a) Процедура разложения целого на части с целью описания объекта
  - b) Процедура объединения частей объекта в целое
  - c) Процедура изменения структуры объекта
  - d) Процедура сортировки частей объекта
- 36. Установление равновесия между простотой модели и качеством отображения объекта называется...
  - a) Дискретизацией модели
  - b) Алгоритмизацией модели
  - c) Линеаризацией модели
  - d) Идеализацией модели
- 37. Имитационное моделирование ...
  - a) Воспроизводит функционирование объекта в пространстве и времени

b) Моделирование, в котором реализуется модель, производящая процесс функционирования системы во времени, а также имитируются элементарные явления, составляющие процесс

c) Моделирование, воспроизводящее только физические процессы

d) Моделирование, в котором реальные свойства объекта заменены объектами – аналогами

38. Планирование эксперимента необходимо для...

a) Точного предписания действий в процессе моделирования

b) Выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью

c) Выполнения плана экспериментирования на модели

d) Сокращения числа опытов

39. Детерминированная модель - это ...

a) Матрица, детерминант которой равен единице

b) Объективная закономерная взаимосвязь и причинная взаимообусловленность событий. В модели не допускаются случайные события

c) Модель, в которой все события, в том числе, случайные ранжированы по значимости

d) Система непредвиденных, случайных событий

40. Дискретизация модели это процедура...

a) Отображения состояний объекта в заданные моменты времени

b) Процедура, которая состоит в преобразовании непрерывной информации в дискретную

c) Процедура разделения целого на части

d) Приведения динамического процесса к множеству статических состояний объекта

Блок 2 (уметь)

1. Что такое «область допустимых решений»?

a. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности

b. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи

c. Подмножество множества альтернатив, удовлетворяющее системе ограничений задачи

d. Подмножество множества исходов, построенное на множестве альтернатив, удовлетворяющее критерию оптимальности

2. Для решения каких задач обычно применяется симплекс-метод?

Выберите один или несколько ответов:

a. Нелинейного программирования

b. Динамического программирования

c. Линейного программирования

d. Целочисленного программирования

e. Игровых задач в смешанных стратегиях

f. Принятия решений в условиях неопределенности

3. Для решения каких задач применяется метод кусочно-линейной аппроксимации целевой функции?

a. Линейного программирования

b. Игровых задач в чистых стратегиях

c. Выпуклого программирования

d. Динамического программирования

e. Целочисленного программирования

f. Принятия решений в условиях неопределенности

4. Для решения каких задач применяется метод множителей Лагранжа?

a. Принятия решений в условиях неопределенности

b. Игровых задач в смешанных стратегиях

c. Целочисленного программирования

- d. Квадратичного программирования
  - e. Линейного программирования
  - f. Нелинейного программирования
5. Для решения каких задач применяется метод Гомори?
- a. Принятия решений в условиях неопределенности
  - b. Квадратичного программирования
  - c. Игровых задач в смешанных стратегиях
  - d. Нелинейного программирования
  - e. Целочисленного программирования
  - f. Линейного программирования
6. Решение каких задач основано на принципе оптимальности Беллмана?
- a. Нелинейного программирования
  - b. Динамического программирования
  - c. Принятия решений в условиях неопределенности
  - d. Линейного программирования
  - e. Многокритериальных задач выбора
  - f. Игровых задач в смешанных стратегиях
7. В задачах квадратичного программирования:  
Выберите один или несколько ответов:
- a. Число ограничений задачи не более двух
  - b. Число переменных не больше двух
  - c. Целевая функция задана полиномом второго порядка
  - d. Ограничения задачи линейные
  - e. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями
8. В задачах целочисленного программирования:  
Выберите один или несколько ответов:
- a. Коэффициенты при неизвестных в выражении целевой функции должны быть целочисленными
  - b. Целевая функция целочисленная
  - c. Вектор свободных членов ограничений задачи должен быть целочисленным
  - d. Переменные принимают только целочисленные значения
  - e. Область допустимых решений построена на целочисленных множествах переменных
9. В задачах динамического программирования:  
Выберите один или несколько ответов:
- a. Оптимальные решения на текущем шаге принимаются с учетом решений, принятых на предыдущем шаге
  - b. Переменные задачи изменяются динамически
  - c. Множество значений переменных задачи целочисленное
  - d. Множество значений переменных задачи конечно и дискретно
10. Сопоставьте целевые функции и соответствующие задачи математического программирования?
- a.
  - b.
  - c.
  - d.
- 1. Линейное программирование
  - 2. Нелинейное программирование
  - 3. Квадратичное программирование
  - 4. Динамическое программирование
11. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить к какому исходу приведет выбор какой-либо альтернативы?
- a. Прямые задачи
  - b. Задачи идентификации

- c. Задачи оптимизации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

12. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество исходов и функции связи альтернатив с исходами, и требуется определить, какая альтернатива привела к наблюдаемому исходу?

- a. Обратные задачи
- b. Прямые задачи
- c. Задачи оптимизации
- d. Задачи ранжирования
- e. Задачи идентификации

13. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, а также функциональная зависимость между ними, и требуется принять оптимальное решение?

- a. Задачи оптимизации
- b. Прямые задачи
- c. Задачи идентификации
- d. Обратные задачи
- e. Задачи ранжирования

14. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется установить функциональную связь между альтернативами и исходами?

- a. Задачи оптимизации
- b. Задачи ранжирования
- c. Обратные задачи
- d. Прямые задачи
- e. Задачи идентификации

15. Определите класс модельных задач с позиций системного анализа, если известно множество альтернатив и исходов, и требуется их упорядочить по некоторому критерию оптимальности?

- a. Прямые задачи
- b. Задачи оптимизации
- c. Задачи ранжирования
- d. Обратные задачи
- e. Задачи идентификации

16. В задачах нелинейного программирования:

Выберите один или несколько ответов:

- a. Переменные линейно независимы
- b. Множество значений переменных нелинейное
- c. Целевая функция может быть нелинейной
- d. Ограничения задачи могут быть нелинейными функциями

17. Что определяет понятие «оптимальное решение»?

- a. Максимизация (минимизация) целевой функции
- b. Выбор альтернативы, приводящей к наиболее вероятному исходу
- c. Выбор альтернативы, соответствующей наилучшему значению критерия оптимальности

d. Упорядочение множества альтернатив по некоторому критерию оптимальности

18. Что такое целевая функция?

- a. Функция, устанавливающая зависимость альтернатив и исходов
- b. Поиск оптимального решения на множестве альтернатив и исходов
- c. Критерий оптимальности
- d. Функция, заданная на множестве исходов, характеризующая цель задачи выбора

19. Что такое «критерий оптимальности»?

- a. Оптимальная альтернатива из множества возможных

- b. Экстремальное значение целевой функции
- c. Стратегия принятия оптимальных решений
- d. Целевой показатель, позволяющий сравнивать альтернативы между собой на предмет оптимальности

20. Что такое множество Парето?

- a. Множество недоминируемых альтернатив
- b. Множество оптимальных альтернатив
- c. Множество альтернатив внутри области допустимых решений
- d. Множество граничных точек в области допустимых решений

Блок 3 (владеть)

1. Написать математические модели критериев гидродинамического подобия (критерий Рейнольдса  $Re$ , критерий гомохромности  $Ho$ , критерий Эйлера  $Eu$ , критерий Фруда  $Fr$ ) и объяснить их физический смысл. Написать общий вид критериальной зависимости.

2. Написать уравнение Бернулли (энергетический баланс потока) для идеальной и реальной жидкостей. Объяснить, что обозначают составляющие этого уравнения. Назвать случаи практического использования уравнения Бернулли.

3. Написать уравнение расхода и неразрывности потока (материальный баланс потока) в интегральной (не дифференциальной) форме

4. Кинематическая  $\nu$  и динамическая  $\mu$  вязкости жидкостей и газов. Влияние на них давления и температуры. Привести значения  $\nu$  и  $\mu$  для воды и воздуха.

5. Написать соотношение между удельным весом  $\gamma$  и плотностью  $\rho$ . Привести формулы для расчета  $\rho$  для газов. Привести значения  $\rho$  и  $\gamma$  для воды и  $\rho$  для воздуха.

6. Манометр на трубопроводе, заполненном жидкостью, показывает давление 0,18 кгс/см<sup>2</sup>. На какую высоту  $h$  над точкой присоединения манометра поднимается в открытом пьезометре жидкость, находящаяся в трубопроводе. Если эта жидкость: а) вода; б) четыреххлористый углерод.

7. По горизонтальному трубопроводу с внутренним диаметром 200 мм протекает минеральное масло относительной плотностью 0,9. в трубопроводе установлена диафрагма с острыми краями (коэффициент расхода 0,61). Диаметр отверстия диафрагмы 76 мм. Ртутный дифманометр, присоединенный к диафрагме, показывает разность уровней 102 мм. Определить скорость масла в трубопроводе и расход его.

8. Написать уравнение для расчета мощности на перемешивание жидкостей мешалками. Критериальная форма записи этого уравнения. Перечислить области применения для перемешивания лопастных, пропеллерных, турбинных, якорных и ленточных мешалок, а также сжатого воздуха.

9. Составить математическую модель процесса осаждения, связанного с движением твердых тел в жидкости. В промышленных условиях эти процессы проводятся в ограниченном объеме при большой концентрации твердой фазы. В таких условиях оседающие частицы могут влиять на движение друг друга из-за их взаимного трения или столкновений. Такое осаждение называют стесненным, а его закономерности отличаются от равномерного движения единичной частицы в среде.

10. Составить математическую модель для определения потери напора жидкости на трение в трубопроводе. Как рассчитываются коэффициенты трения и коэффициент местных сопротивлений.

### Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания

Индивидуальный семестровый рейтинг студента формируется на основе действующего в ВУЗе Положения "О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся".

В течение семестра студент получает баллы успеваемости за выполнение всех видов учебных поручений: посещение лекций, выполнение лабораторных и практических работ, выполнение и защиту курсовой работы, прохождение тестирования на информационном -

образовательном портале МИ ВлГУ. На основе фонда оценочных средств программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для контроля знаний студентов. Зачет с оценкой выставляется в случае, если итоговый рейтинг студента составляет не менее 50 баллов. Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка. Зачет с оценкой выставляется по итогам прохождения теста промежуточного контроля знаний и набранного семестрового рейтинга.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	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	<b><i>Высокий уровень</i></b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b><i>Продвинутый уровень</i></b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Для математического описания процесса перемещения потоков жидкостей или газов используются

- модели теплообмена
- модели гидродинамики потоков
- модели кинетики химических реакций
- модели массопереноса
- регрессионные модели

Для математического описания аппаратов с сосредоточенными параметрами применяется

- ячеечная модель
- однопараметрическая диффузионная модель
- модель идеального вытеснения
- модель идеального перемешивания
- двухпараметрическая диффузионная модель

В теплообменнике охлаждается целевой продукт от начальной температуры 100 до 20 градусов. Коэффициент теплопередачи материала стенок теплообменника 4,35. Отводимое количество тепла  $Q=800$ . Определите требуемую площадь поверхности теплообмена  $m^2$ .

Определите значение константы скорости химической реакции по уравнению Аррениуса, если известны:  $k_0=1000$ ; энергия активации  $E=40$  кДж; универсальная газовая постоянная  $R=8,314$  Дж/(моль\*К) и температура  $T=675$  К.

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=175>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.