



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе модуля)  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата  
по направлению подготовки

**15.03.04 АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Цифровых технологий  
Кафедра цифровых систем и автоматики

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПКС-3: Способен выбирать материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей.</p>	<p>ПКС-3.7: Разрабатывает модели систем и процессов с использованием аналитических и численных методов;</p> <p>ПКС-3.8: Применяет на практике способность к разработке моделей систем и процессов с использованием аналитических и численных методов.</p>	<p>Моделирование систем и процессов</p>	<p><u>Знать</u>: классификацию моделей и виды моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы имитационного и математического моделирования систем и процессов;</li> <li>- методы построения математических моделей систем и процессов, их упрощения;</li> </ul> <p><u>Уметь</u>: строить математические модели процессов (объектов управления) и систем автоматического управления (САУ);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать модельный эксперимент и интерпретировать полученные результаты;</li> <li>- применять прикладные программные средства (пакеты прикладных программ) моделирования процессов и систем, например VisSim;</li> </ul> <p><u>Владеть</u>: навыками работы с прикладными программными средствами для математического и имитационного моделирования.</p>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- контроль на практических занятиях по отдельным темам (по очной форме обучения).

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задания по курсовой работе;
- экзаменационные вопросы по дисциплине.

### **3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

3.1 Контроль на практических занятиях по отдельным темам проводится в виде выполнения практических заданий при изучении второй, третьей и четвертой тем дисциплины студентами очной формы обучения. Примеры практическим заданий вопросов приведены в Приложении № 1.

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого контроля выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в п. 6.2 рабочей программы модуля. В случае неправильного ответа (отсутствии ответа) студент получает по результатам контроля оценку «незачтено» и должен будет пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих практических занятий или на консультации.

### **4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

4.1 Курсовая работа предполагает:

- разработку топологической модели процесса (объекта) по заданию преподавателя;
- вывод математической модели;
- определение передаточной функции объекта по его динамической характеристике;
- синтез САР с определением структуры и параметров настройки регулятора;
- анализ результатов моделирования САР.

Примеры заданий приведены в приложении № 2.

Основная цель этой работы – закрепление, расширение и углубление знаний, полученных в теоретическом курсе, приобретение навыков моделирования и анализа результатов моделирования в условиях большей, чем на практических занятиях и в лабораторном практикуме, самостоятельности.

По результатам защиты курсовой работы (студент представляет результаты выполнения всех этапов курсовой работы и отвечает на вопросы преподавателя) выставляется оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной

в п. 6.2 рабочей программы модуля, которая учитывается при промежуточной аттестации по дисциплине (на экзамене).

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам контроля на практических занятиях по отдельным темам (получившие оценку «зачтено» по результатам каждого контроля) – для студентов очной формы;

- получившие положительную оценку при защите курсовой работы;

- допущенные к сдаче экзаменов дирекцией института цифровых технологий.

4.3 В приложении № 3 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине.

Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса.

Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в п. 6.2 рабочей программы модуля и зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационные и дополнительные вопросы). Оценка по экзамену учитывает также результаты работы студента в семестре, качество выполнения курсовой работы, знания, умения и навыки, продемонстрированные в процессе обучения.

4.4 Экзамен может проводиться также в форме тестирования. Типовые тестовые задания приведены в приложении № 4. Результат тестирования определяется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в п. 6.2 рабочей программы модуля.

## **5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Моделирование систем и процессов» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры цифровых систем и автоматики (протокол № 02 от 28.09.2022 г.)

И.о. заведующего кафедрой



В.И. Устич

## ПРИМЕРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ТЕМАМ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 2. Цели моделирования, этапы разработки моделей, методы исследования технологических процессов и систем.

**Практическое задание «Построение топологической модели технологического объекта».**

Пример практического задания:

- построить топологическую модель рыбообжарочной печи.

Тема 3. Построение математических моделей аналитическими методами.

**Практическое задание «Аналитическое построение простейших моделей».**

Примеры практического задания:

- построить модель бака с жидкостью без стока из него;
- построить модель теплового объекта (по заданию преподавателя);
- построить модель электрической цепи, представленной в виде пассивного четырехполюсника.

Тема 4. Построение математических моделей экспериментальными методами.

**Практическое задание «Применение метода Брандона для построения уравнения множественной регрессии».**

Пример практического задания:

- разработать алгоритм расчета уравнения регрессии методом Брандона, используя экспериментальные данные процесса размораживания рыбы в дефростере оросительного типа.

**Практическое задание «Применение метода активизации пути для построения моделей диагностики дискретных систем».**

Пример практического задания:

- построить диагностические тесты системы, содержащей три логические элемента при двух возможных неисправностях (по заданию преподавателя).

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

**Вариант 1.** Провести моделирование системы автоматического регулирования температуры в дефростере погружного типа:

- разработать топологическую модель процесса (объекта);
- произвести вывод математической модели процесса (объекта);
- определить передаточную функцию объекта по его динамической характеристике;
- синтезировать САР с определением структуры и параметров настройки регулятора;
- произвести анализ результатов моделирования САР.

**Вариант 2.** Провести моделирование системы автоматического регулирования температуры в ванне рыбообжарочной печи:

- разработать топологическую модель процесса (объекта);
- произвести вывод математической модели процесса (объекта);
- определить передаточную функцию объекта по его динамической характеристике;
- синтезировать САР с определением структуры и параметров настройки регулятора;
- произвести анализ результатов моделирования САР.

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

- 1 Понятие модели и моделирования.
- 2 Классификация моделей (типы моделей).
- 3 Классификация моделей по степени абстрагирования модели от оригинала. Модели материальные (физические).
- 4 Классификация моделей по степени абстрагирования модели от оригинала. Модели идеальные.
- 5 Классификация математических моделей: по принадлежности к иерархическому уровню; характеру отображаемых свойств объекта.
- 6 Классификация математических моделей: способу представления свойств объекта; способу получения модели; форме представления свойств объекта.
- 7 Классификация моделей: по степени устойчивости; по отношению к внешним факторам; по отношению ко времени
- 8 Цели моделирования.
- 9 Этапы разработки моделей.
- 10 Методы исследования технологических процессов.
- 11 Теория подобия. Виды подобия.
- 12 Аналитическое составление математического описания.
- 13 Примеры аналитического построения простейших моделей.
- 14 Модель идеального перемешивания.
- 15 Модель идеального вытеснения.
- 16 Каскадная модель.
- 17 Диффузионные модели.
- 18 Модель массообменных процессов.
- 19 Модели дозирования веществ.
- 20 Модель теплового процесса с сосредоточенными параметрами.
- 21 Экспериментальные методы построения математического описания.
- 22 Статическая идентификация одномерных объектов.
- 23 Статическая идентификация многомерных объектов.
- 24 Получение уравнения множественной регрессии методом Брандона.
- 25 Активный эксперимент.



- 26 Полнофакторный эксперимент.
- 27 Динамическая идентификация объектов.
- 28 Динамическая идентификация объекта методом Калмана.
- 29 Использование качественной информации для синтеза моделей управления.
- 30 Модели и методы диагностики дискретных систем.
- 31 Понятие о нечетком логическом регуляторе.

## ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### ВАРИАНТ 1

1. Модель объекта – это:

- а) объект-оригинал, который обеспечивает изучение всех своих свойств
- б) объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение всех свойств оригинала
- в) объект-оригинал, который обеспечивает изучение некоторых своих свойств
- г) объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала

2. Алгоритмы используются при:

- а) физическом моделировании
- б) аналитическом моделировании
- в) компьютерном моделировании
- г) аналоговом моделировании

3. По степени абстрагированности модели от оригинала модели делятся на:

- а) идеальные
- б) модели микроуровня
- в) структурные
- г) иерархические

4. При математическом моделировании после анализа выполняется следующий этап:

- а) создание объекта, процесса или системы
- б) проверка адекватности модели и объекта, процесса или системы на основе эксперимента
- в) корректировка постановки задачи после проверки адекватности модели
- г) использование модели

5. К видам подобия НЕ относится:

- а) натурное
- б) геометрическое
- в) временное
- г) физических величин

6. Верно ли утверждение: разные объекты могут быть описаны одной моделью:

- а) да
- б) нет
- в) зависит от моделей
- г) только для натуральных моделей

7. Построение модели исходных данных; построение модели результата, разработка алгоритма, разработка программы, отладка и исполнение программы, анализ и интерпретация результатов - это:

- а) анализ существующих задач
- б) этапы решения задачи с помощью компьютера
- в) процесс описания математической модели

г) процесс построения натурной модели

8. Разновидностью материальных (физических) моделей является:

- а) знаковая модель
- б) интуитивная модель
- в) визуальная модель
- г) натурная модель

9. Правила дорожного движения являются:

- а) лингвистической моделью
- б) натурной моделью
- в) масштабной моделью
- г) аналоговой моделью

10. По принадлежности к иерархическому уровню математические модели НЕ делятся:

- а) на масштабные модели
- б) на модели микроуровня
- в) модели макроуровня
- г) модели метауровня

11. Теплопроводность – это:

- а) перенос теплоты в процессе движения и перемешивания микроскопических объемов жидкостей и газов
- б) процесс излучения электромагнитных волн атомами и молекулами нагреваемого вещества
- в) перенос теплоты вследствие теплового движения и соударения атомов и молекул веществ, непосредственно соприкасающихся друг с другом
- г) перенос теплоты в процессе перемешивания горячего и холодного теплоносителей

12. В качестве тестового сигнала при активном эксперименте НЕ используется:

- а) кратковременный импульс
- б) воздействие типа «пила»
- в) гармоническое воздействие
- г) периодическое воздействие в виде меандра

13. Модель идеального (полного) перемешивания может быть представлена передаточной функцией вида:

- а)  $W_p = e^{-P\tau}$
- б)  $W_p = \frac{1}{T_{1p+1}} * \frac{1}{T_{2p+1}} * \frac{1}{T_{np+1}}$
- в)  $W_p = ke^{P\tau}/(T\tau+1)$
- г)  $W_p = 1/(T\tau+1)$

14. Метод Брандона используется при определении:

- а) передаточной функции объекта
- б) динамической характеристики объекта
- в) уравнения множественной регрессии
- г) алгоритмической модели объекта

15. Математическая модель изменения уровня жидкости в баке (при наличии свободного стока) описывается передаточной функцией вида:

- а)  $W_p = e^{-P\tau}$

б)  $W_p = K/(Tp+1)$

в)  $W_p = Kp$

г)  $W_p = K/p$

## ВАРИАНТ 2

1. Параметры системы – это:

- а) величины, которая выражают свойство или системы, или ее части, или окружающей среды
- б) величины, характеризующие энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы
- в) свойства элементов объекта
- г) величины, которая характеризует действия, которые могут выполнять объекты

2. Математическая модель объекта - это:

- а) совокупность данных, содержащих информацию о количественных характеристиках объекта и его поведении в виде таблицы
- б) созданная из какого-либо материала модель, точно отражающая внешние признаки объекта-оригинала
- в) совокупность записанных на языке математики формул, отражающих те или иные свойства объекта-оригинала или его поведение
- г) все перечисленное выше

3. Натурная модель относится:

- а) к идеальным моделям
- б) к моделям макроуровня
- в) к иерархическим моделям
- г) к материальным (физическим) моделям

4. Конвекция – это:

- а) перенос теплоты вследствие теплового движения и соударения атомов и молекул веществ, непосредственно соприкасающихся друг с другом
- б) перенос теплоты в процессе движения и перемешивания микроскопических объемов жидкостей и газов
- в) процесс излучения электромагнитных волн атомами и молекулами нагреваемого вещества
- г) перенос теплоты от горячего к холодному теплоносителю через стенку

5. Может ли один объект иметь множество моделей:

- а) да
- б) нет
- в) да, если речь идёт о создании материальной модели объекта
- г) да, если это математические модели

6. Модели, отображающие процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия:

- а) дискретно-непрерывные
- б) детерминированные
- в) абстрактные
- г) сетевые

7. Описание глобальной компьютерной сети Интернет в виде системы взаимосвязанных элементов следует рассматривать как:

- а) математическую модель
- б) графическую модель
- в) функциональную модель
- г) сетевую модель

8. Модель идеального (полного) вытеснения может быть представлена передаточной функцией вида:

а)  $W_p = 1/(Tp+1)$

б)  $W_p = e^{-P\tau}$

в)  $W_p = \frac{1}{T_1p+1} * \frac{1}{T_2p+1} * \frac{1}{T_n p+1}$

г)  $W_p = ke^{-P\tau}/(Tp+1)$

9. По способу получения модели делятся на:

- а) теоретические
- б) имитационные
- в) алгоритмические
- г) математические

10. Имитационное моделирование - это:

- а) процесс построения и изучения физических моделей
- б) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)
- в) процесс построения и изучения математических моделей
- г) промышленное исследование свойств объекта управления

11. Модель теплового объекта может быть представлена в виде передаточной функции:

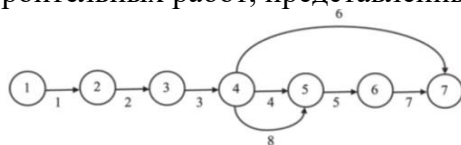
а)  $W_p = K/(Tp+1)$

б)  $W_p = e^{-P\tau}$

в)  $W_p = Kp$

г)  $W_p = K/p$

12. График строительных работ, представленный в виде



относится к:

- а) сетевым моделям
- б) функциональным моделям
- в) иерархическим моделям
- г) натурным моделям

13. Стохастические модели отображают:

- а) поведение объекта во времени
- б) процессы, в которых отсутствуют случайные воздействия
- в) вероятностные процессы и события
- г) поведение объекта в установившемся режиме

14. Понятие функции принадлежности используется:

- а) в теории оптимального управления

- б) при определении уравнения множественной регрессии
- в) в теории нечетких множеств
- г) при определении статических характеристик объекта

15. Программирование нечеткого управления описывается стандартом:

- а) МЭК 61131-3
- б) МЭК 61131-5
- в) МЭК 61131-6
- г) МЭК 61131-7

### ВАРИАНТ 3

1. Модели-тренажеры, стенды, учения, деловые игры являются средствами:

- а) прогнозирования
- б) расчета
- в) управления
- г) **обучения**

2. Каскадная модель гидродинамики потока может быть представлена передаточной функцией вида:

- а)  $W_p = 1/(T_p+1)$
- б)  $W_p = e^{-p\tau}$
- в)  $W_p = \frac{1}{T_{1p+1}} * \frac{1}{T_{2p+1}} * \frac{1}{T_{np+1}}$
- г)  $W_p = ke^{-p\tau}/(T_p+1)$

3. Теплопередача – это:

- а) перенос теплоты вследствие теплового движения и соударения атомов и молекул веществ, непосредственно соприкасающихся друг с другом
- б) перенос теплоты в процессе движения и перемешивания микроскопических объемов жидкостей и газов
- в) процесс излучения электромагнитных волн атомами и молекулами нагреваемого вещества
- г) перенос теплоты от горячего к холодному теплоносителю через стенку

4. Модели, воспроизводящие геометрические, физические и другие свойства объектов в материальной форме:

- а) натурные
- б) квазинатурные
- в) масштабные
- г) аналоговые

5. Аналитическое моделирование - это:

- а) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)
- б) разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств
- в) процесс построения и изучения математических моделей
- г) промышленное исследование свойств объекта управления

6. Статические модели служат для:

- а) отображения поведения объекта во времени
- б) описания состояния объекта в установившемся режиме
- в) представления системы с непрерывными процессами
- г) представления системы с дискретными процессами

7. Представление модели в виде некоторого алгоритма - компьютерной программы относится к ... моделированию:

- а) имитационному
- б) идеальному
- в) аналитическому
- г) натурному

8. Модель должна обладать следующим свойством:

- а) существенностью
- б) открытостью
- в) экономичностью
- г) упрощенностью

9. Модели массообменных процессов описываются:

- а) уравнением Бернулли
- б) законом Фика
- в) уравнением материального баланса
- г) уравнением теплового баланса

10. Метод Калмана относится:

- а) к статической идентификации объекта
- б) к построению уравнения множественной регрессии
- в) к динамической идентификации объекта
- г) к теоретическому построению модели объекта

11. При построении модели поиска неисправности дискретных систем используется:

- а) уравнение энергетического баланса
- б) метод активизации пути
- в) функция принадлежности
- г) метод Калмана

12. По протоку теплоносителей аппараты, в которых теплопередача происходит через стенку, **НЕ** классифицируются:

- а) на прямоточные
- б) на противоточные
- в) перекрестные
- г) смешения

13. Математическая модель изменения уровня жидкости в баке (при отсутствии стока) описывается передаточной функцией вида:

- а)  $W_p = K/p$
- б)  $W_p = K/(Tp+1)$
- в)  $W_p = e^{-P\tau}$
- г)  $W_p = Kp$

14. Метод активизации пути применяется:

- а) для построения балансовых уравнений
- б) для построения моделей гидродинамики потоков
- в) при математическом моделировании непрерывных процессов
- г) при построении моделей дискретных систем

15. Для составления математической модели вращающихся объектов служит:

- а) уравнение материального баланса
- б) уравнение моментов
- в) уравнение теплового баланса
- г) уравнение множественной регрессии