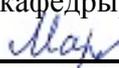


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой  
Автоматизация технологических процессов  
(наименование кафедры)  
Марголис Б.И.   
(Ф.И.О. зав. кафедрой, подпись)  
«26» апреля 2021 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### экзамена

(промежуточной аттестации: экзамен, зачет, курсовая работа или курсовой проект; практики: с указанием вида и типа практики; государственного экзамена)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Наименование дисциплины (для промежуточной аттестации)

направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Типы задач – проектно-конструкторский, сервисно-эксплуатационный

Разработаны в соответствии с:

(рабочей программой дисциплины/программой практики/ программой государственной итоговой аттестации) рабочей программой дисциплины

утвержденной 20 апреля 2021 г.

Разработчик(и): Филатова Н.Н.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Моделирование, как способ исследования сложных технических систем. Задачи и цели моделирования.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Построение нелинейных моделей объекта на основе уравнения трансцендентной регрессии.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Составить уравнения математической модели динамики, указать допущения.**

| Потоки   |                                 |  |  |
|--|---------------------------------|--|--|
| П1   | П2                              | П3   |  |
| $C_{a0}$ ,<br>Клапан ( $k_1$ )<br>Расход ( $G_1$ ) | Разбавитель<br>Расход ( $G_2$ ) | $C_{a1}$ ,<br>Расход ( $G_3$ )<br>Клапан ( $k_2$ ) |  |

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой: Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

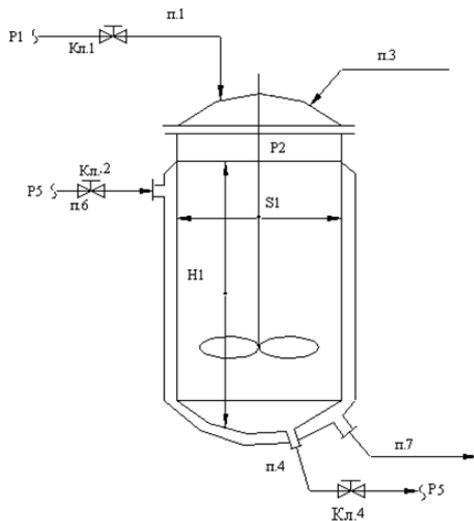
Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Моделирование, как способ исследования сложных технических систем. Задачи и цели моделирования.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Построение нелинейных моделей объекта на основе уравнения трансцендентной регрессии.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**Составить уравнения математической модели динамики, указать допущения.**



п.1  $G1, C_{a0}, k1, T1$   
п.3  $G3, \text{разбавитель}, T3$   
п.4  $G4, C_{a4}, k4, T4$   
п.6  $G6, k2, T6$   
п.7  $G7, T7$

### Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;  
«хорошо» - при сумме баллов 4;  
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;  
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Физическое моделирование.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Модель идеального смешения.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**На основе полного факторного эксперимента получена математическая модель вида:**

$$\hat{y} = 2 - 6x_1 + x_2 + 3x_1x_2$$

**Найдены следующие характеристики:**

$$S_1^2 = 0.2; \quad S_2^2 = S_3^2 = \dots = S_{15}^2 = 0.1 \quad m = 4, \quad S_b = 2; \quad S_{ost}^2 = 0.1;$$

**Является ли найденное уравнение адекватной моделью объекта?**

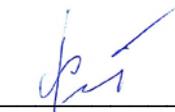
**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Виды моделирования: математическое.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Модель идеального вытеснения.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**На основе дробного факторного эксперимента получена математическая модель:**

$$\hat{y} = 13x_3 + 16x_1x_2 + 2x_4$$

**Найдены следующие характеристики:**

$$S_1^2=0.2; \quad S_2^2=S_3^2=\dots S_{14}^2=0.1 \quad m=3, \quad S_b=0.1; \quad S_{ost}^2=0.015;$$

**Проверьте гипотезу об адекватности модели.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

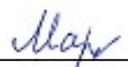
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Виды моделирования: имитационное моделирование.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Модель ячеечная.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**На основе дробного факторного эксперимента получена математическая модель:**

$$\hat{y} = 19x_1 + 16x_2 + 2x_3$$

**Найдены следующие характеристики:**

$$S_1^2 = 0.1; \quad S_2^2 = S_3^2 = \dots S_m^2 = 0.11 \quad m = 3, \quad S_b = 0.1; \quad S_{ост}^2 = 0.015;$$

**Проверьте гипотезу об адекватности модели.**

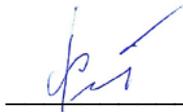
**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Понятия объекта моделирования, пассивного и активного экспериментов.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Факторы, влияющие на точность решения задачи анализа динамических моделей объектов с сосредоточенными координатами.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**По результатам пассивного эксперимента необходимо создать математическую модель статики в виде уравнения:**

$$\hat{y} = b_1 x_1 + b_{12} x_2 x_1 + b_2 x_2$$

**Вывести соотношения для расчета оценок коэффициентов регрессии  $b_1, b_{12}, b_2$**

### Критерии итоговой оценки за экзамен:

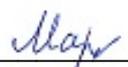
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Классификация математических моделей динамики**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Модель химического реактора на основе допущений об идеальном смешении.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**По результатам пассивного эксперимента необходимо создать математическую модель статики в виде уравнения:**

$$\hat{y} = b_{12}x_1x_2 + b_2x_2 + b_1x_1$$

**Вывести соотношения для расчета оценок коэффициентов регрессии  $b_1, b_{12}, b_2$**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Классификация математических моделей статики.**
2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Расчет статических характеристик объекта с сосредоточенными координатами на основе численного анализа модели динамики**
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**Какие исходные данные необходимы для численного расчета динамической характеристики объекта?**

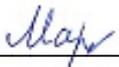
$$\frac{dV}{dt} = G_1 + G_2 - G_3$$

$$\frac{d(VC_A)}{dt} = G_1 C_{A_{ex}} - G_3 C_A$$

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;  
«хорошо» - при сумме баллов 4;  
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;  
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Построение модели объекта на основе полного факторного эксперимента.**
2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Модель химического реактора на основе допущений об идеальном вытеснении.**
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**Какие исходные данные необходимы для численного расчета динамической характеристики объекта?**

$$\frac{dV}{dt} = G_1 + G_2 - G_3$$

$$\frac{d(VC_A)}{dt} = G_1 C_{A_{\text{вх}}} - G_3 C_A$$

$$\frac{d(VC_B)}{dt} = G_2 C_{B_{\text{вх}}} - G_3 C_B$$

### Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;  
«хорошо» - при сумме баллов 4;  
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;  
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Проверка гипотезы об однородности выборочных дисперсий параллельных измерений выходного параметра.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Типовые задачи анализа математических моделей объектов: задача анализа динамического режима.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**По результатам пассивного эксперимента необходимо создать математическую модель статики в виде уравнения:**

$$\hat{y} = b_{13}x_1x_3 + b_2x_2 + b_1x_3$$

**Вывести соотношения для расчета оценок коэффициентов регрессии  $b_1, b_{13}, b_2$**

### Критерии итоговой оценки за экзамен:

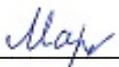
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Задача анализа чувствительности объекта**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Модель обогрешного реактора**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Составить уравнения математической модели динамики, указать допущения.**

| Потоки  |   |  |
|---|---|--|
| П1  | П2  | П3   |
| <p><b>Ca<sub>0</sub>,</b><br/><b>Клапан</b><br/><b>(k1)</b><br/><b>Расход</b><br/><b>(G1)</b></p> | <p><b>Разбавитель</b><br/><b>Расход (G2)</b><br/><b>Клапан (k2)</b></p> | <p><b>Ca<sub>1</sub>,</b><br/><b>Расход (G3)</b></p> |

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой: Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Модели для описания тепловых процессов на основе допущения об идеальном смешении.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Расчет статической характеристики объекта с сосредоточенными координатами на основе численного анализа модели динамики.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Объектом моделирования является химический реактор непрерывного действия с мешалкой, в котором происходит реакция вида:**  
 $A \xrightarrow{r_2} R \xrightarrow{r_1} B.$

**Характеристики входного потока в аппарат: состав ( $C_{в\_вх}$ ), расход ( $W_1$ ). Характеристики выходного потока из аппарата: состав ( $C_{а\_вых}$ ,  $C_{в\_вых}$ ,  $C_{R\_вых}$ ), расход ( $W_2$ ).**

**Составить уравнения математической модели динамики и список допущений.**

### Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Модели для описания тепловых процессов на основе допущения об идеальном вытеснении**
2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Проверка гипотезы о значимости оценок коэффициентов регрессии**
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**Составить уравнения математической модели динамики, указать допущения.**

| Потоки   |  |  |
|--|--|--|
| П1   | П2   | П3   |
| <b>Ca<sub>0</sub>,</b><br><b>Клапан</b><br><b>(k1)</b><br><b>Расход</b><br><b>(G1)</b> | <b>Разбавитель</b><br><b>Расход (G2)</b><br><b>Клапан (k2)</b> | <b>Ca<sub>1</sub>,</b><br><b>Расход (G3)</b> |

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
- «хорошо» - при сумме баллов 4;
- «удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
- «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Диффузионные модели для описания структуры течения материальных потоков.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Проверка гипотезы об адекватности математической модели с помощью критерия Фишера.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**По результатам пассивного эксперимента необходимо создать математическую модель статистики в виде уравнения:**

$$\hat{y} = b_1 x_1 + b_{23} x_2 x_3 + b_3 x_3$$

**Вывести соотношения для расчета оценок коэффициентов регрессии  $b_1, b_{23}, b_3$**

### Критерии итоговой оценки за экзамен:

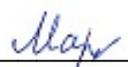
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Три основных этапа разработки математической модели.**
2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Построение нелинейных моделей объекта на основе уравнения трансцендентной регрессии.**
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**Какие исходные данные необходимы для численного расчета динамической характеристики объекта?**

$$\frac{dV}{dt} = G_1 + G_2 - G_3$$

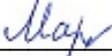
$$\frac{d(VC_A)}{dt} = G_1 C_{A_{ex}} - G_3 C_A$$

$$\frac{d(VC_b)}{dt} = G_2 C_{b_{ex}} - G_3 C_b$$

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

- «отлично» - при сумме баллов 5 или 6;  
«хорошо» - при сумме баллов 4;  
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;  
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Физическое моделирование.**
2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
**Модель химического реактора на основе допущений об идеальном смешении.**
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:  
**На основе полного факторного эксперимента получена математическая модель вида:**

$$\hat{y} = 2 - 6x_1 + x_2 + 3x_1x_2$$

**Найдены следующие характеристики:**

$$S_1^2 = 0.2; \quad S_2^2 = S_3^2 = \dots = S_{15}^2 = 0.1 \quad m = 4, \quad S_b = 2; \quad S_{ost}^2 = 0.1;$$

**Является ли найденное уравнение адекватной моделью объекта?**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Виды моделирования. Имитационное моделирование.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Модели для описания тепловых процессов на основе допущения об идеальном смешении**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**На основе дробного факторного эксперимента получена математическая модель:**

$$\hat{y} = 13x_3 + 16x_1x_2 + 2x_4$$

**Найдены следующие характеристики:**

$$S_1^2 = 0.2; \quad S_2^2 = S_3^2 = \dots = S_{14}^2 = 0.1 \quad m=3, \quad S_b = 0.1; \quad S_{ost}^2 = 0.015;$$

**Проверьте статистические гипотезы.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

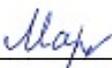
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Три основных этапа разработки математической модели.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Классификация математических моделей динамики**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**На основе пассивного эксперимента получена математическая модель**

статистики  $y = A \ell^{\frac{E}{RX_1}} \quad m = 1, F_{ras} = 0.51, F_{tab} = 0.41$ .

**а) Проверить модель на адекватность.**

**б) Какой метод можно использовать для определения параметров модели (A, E)?**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Модель идеального смешения.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Построение модели объекта на основе полного факторного эксперимента.**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Какие исходные данные необходимы для численного расчета динамической характеристики объекта?**

$$\frac{d(C_A)}{dt} = G_1 C_{A_{ex}} - G_3 C_A$$

$$\frac{d(C_A)}{dt} = G_1 C_{A_{ex}} - G_3 C_A$$

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

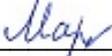
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 27.03.04 Управление в технических системах  
Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами  
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»  
Дисциплина «Моделирование систем управления»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Задача анализа чувствительности объекта.**

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**На основе пассивного эксперимента получена математическая модель**

**статистики  $y = A e^{\frac{E}{kx}}$   $m = 1, F_{ras} = 0.51, F_{tab} = 0.31$ .**

**а) Проверить модель на адекватность.**

**б) Какой метод можно использовать для определения параметров модели (A, E)?**

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

**Проверка гипотезы о значимости оценок коэффициентов регрессии.**

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

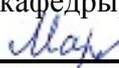
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор кафедры АТП  Н.Н. Филатова

Заведующий кафедрой:  Б.И. Марголис

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
заведующий кафедрой  
Автоматизация технологических процессов  
(наименование кафедры)  
Марголис Б.И.   
(Ф.И.О. зав. кафедрой, подпись)  
«26» апреля 2021 г.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### курсовой работы

(промежуточной аттестации: экзамен, зачет, курсовая работа или курсовой проект; практики: с указанием вида и типа практики; государственного экзамена)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Наименование дисциплины (для промежуточной аттестации)

направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль) – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Типы задач – проектно-конструкторский, сервисно-эксплуатационный

Разработаны в соответствии с:

(рабочей программой дисциплины/программой практики/ программой государственной итоговой аттестации) рабочей программой дисциплины

утвержденной 20 апреля 2021 г.

Разработчик(и): Филатова Н.Н.

## Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

**ИОПК-4.2.** Использует автоматизированные системы и компьютерные технологии для оценки эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов.

**ИОПК-9.1.** Выполняет эксперименты по заданным методикам с применением современных информационных технологий и технических средств.

### Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

#### Знать:

31. Математические модели элементов и систем управления технологическими процессами.

32. Компьютерные модели элементов систем управления и производственных процессов с использованием объектно-ориентированных технологий.

#### Уметь:

У1. Производить расчеты, сравнительный анализ и выбор блоков моделей АСУТП.

У2. Реализовывать математические модели БТС в виде программы для ЭВМ.

У3. Проводить расчеты по проверке адекватности математических моделей элементов и систем управления технологическими процессами.

У4. Использовать пакеты прикладных программ для проведения моделирования в процессе предпроектных исследований АСУТП.

Таблица 1. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

| № раздела | Наименование раздела   | Баллы по шкале уровня                                 |
|-----------|--|---|
| 1         | Разработать математическую модель объекта управления   | Выше базового – 6<br>Базовый – 3<br>Ниже базового – 0 |
| 2         | Выполнить качественный и количественный анализ математической модели объекта   | Выше базового – 6<br>Базовый – 3<br>Ниже базового – 0 |
| 3         | Выполнить линеаризацию математической модели объекта   | Выше базового – 4<br>Базовый – 2<br>Ниже базового – 0 |
| 4         | Разработать модель системы автоматического регулирования, используя:<br>- блок субмодели объекта;<br>- линеаризованную модель объекта.<br>Исследовать работу АСР (согласовать схему экспериментов с преподавателем). | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0 |
| 5         | Заключение   | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0 |
| 6         | Список использованных источников   | Выше базового – 2<br>Базовый – 1<br>Ниже базового – 0 |

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 17 до 20;

«хорошо» – при сумме баллов от 12 до 16;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 8 до 12;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 8.