

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ

Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

2023 г.



Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине  
(Оценочные средства по дисциплине)

**Адаптация в экономических системах**

по направлению подготовки

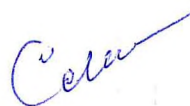
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность (профиль) подготовки:

**Математические методы в цифровой экономике**

ОС составил:

д-р техн. наук, профессор  
Профессор кафедры прикладной математики



В.И. Смагин

Рецензент:

д-р физ.-мат. наук, профессор,  
профессор кафедры прикладной математики



А.Г. Дмитренко

Оценочные средства одобрены на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН).

Протокол от 08 июня 2023 г. № 02.

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

**Оценочные средства (ОС)** являются элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОС разрабатывается в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины.

**1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины**

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
			Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно

<p>ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.</p>	<p>ИОПК-1.4. Демонстрирует понимание и навыки применения на практике математических моделей и компьютерных технологий для решения практических задач адаптивного управления, возникающих в профессиональной деятельности.</p>	<p>ОР-1.1.1. Обучающийся должен: Уметь: - оперативно находить нужную информацию;- грамотно её использовать для построения эконометрических моделей; - использовать теоретические и эконометрические модели в повседневной практике;- принимать адекватные решения при построении эконометрических моделей. Знать: - систему экономических процессов и явлений;- основные теоретические и эконометрические модели;- положения применения эконометрических моделей; - основные нормативно-правовые документы. Уметь: - строить стандартные эконометрические модели;- Владеть: - методами анализа и содержательно интерпретировать полученные результаты.</p>	<p>Владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Владеет методами исследования прикладных задач в области адаптивного управления, требующих для своего решения использования теории адаптивного управления; аналитическими методами решения задач; экспертными методами принятия решений в условиях неопределенности.</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы по владению навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владения методами исследования прикладных задач в области адаптивного управления, требующих для своего решения использования теории адаптивного управления; аналитическими методами решения задач; экспертными методами принятия решений в условиях неопределенности.</p>	<p>Частичное, фрагментарное владение навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Частичное, фрагментарное владение методами исследования прикладных задач в области адаптивного управления, требующих для своего решения использования теории адаптивного управления; аналитическими методами решения задач; экспертными методами принятия решений в условиях неопределенности.</p>	<p>Демонстрирует низкий уровень владения навыками и приемами на высоком уровне, способность дать собственную оценку изучаемого материала. Демонстрирует низкий уровень владения методами исследования прикладных задач в области адаптивного управления, требующих для своего решения использования теории адаптивного управления; аналитическими методами решения задач; экспертными методами принятия решений в условиях неопределенности.</p>
--	---	--	---	---	--	--

ПК-1 – Способен осуществлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки как по отдельным разделам темы, так и при исследовании самостоятельных тем.	ИПК-1.1. Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.	ОР-1.1.2. Обучающийся должен: Уметь: - оперативно обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований в области адаптивного управления; Знать: - методы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в области адаптивного управления; Владеть: - навыками по обработке и анализу научно-технической информации.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но не структурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Фрагментарные знания, частично освоенные навыки и умения
	ИПК-1.2. Осуществляет выполнение экспериментов и оформления результатов исследований и разработок.	ОР-1.1.3. Обучающийся должен: Уметь: - выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок в области адаптивного управления; Знать: - способы проведения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок; Владеть: - навыками выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок в области адаптивного управления.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но не структурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Фрагментарные знания, частично освоенные навыки и умения
ПК-2 – Способен анализировать и оценивать риски, разрабатывать отдельные функциональные направления управления рисками.	ИПК-2.1. Определяет и идентифицирует риски в деятельности организации.	Обучающийся сможет: ОР-1.1.4. Уметь: - определять и идентифицировать риски в деятельности организации; Знать: - способы определения рисков в деятельности организаций; Владеть: - навыками определения и идентификации рисков в деятельности организации.	Сформированные системные знания; сформированные навыки и умения; их успешная актуализация	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания; успешно применяемые навыки и умения	Общие, но не структурированные знания; в целом успешно применяемые навыки и умения	Фрагментарные знания, частично освоенные навыки и умения

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, вопросы и др.)
1.	Введение. Основные определения.	ОР-1.1.1. Знает основные понятия и определения по теории адаптивного управления.	Вопросы, задания
2.	Адаптивное управление по локальному критерию.	ОР-1.1.1. Умеет оперативно находить нужную информацию- использовать теоретические и эконометрические модели в повседневной практике;- принимать адекватные решения при построении эконометрических моделей. Знает систему экономических процессов и явлений и основные теоретические и эконометрические модели. Умеет строить стандартные эконометрические модели. ОР-1.1.3. Умеет выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок.	Вопросы, задания.
3	Адаптивное управление производственным фондом и фондом потребления.	ОР-1.1.1. Знает систему экономических процессов и явлений;- основные теоретические и эконометрические модели ОР-1.1.2. Умеет оперативно обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию. ОР 1.1.4. Владеет навыками определения и идентификации рисков в деятельности организации.	Тесты, вопросы, задания.
4	Адаптация при управлении производством, сбытом и хранением товаров.	ОР 1.1.1. Умеет строить стандартные эконометрические модели и владеет методами анализа и содержательно интерпретировать полученные результаты. ОР-1.1.4. Умеет определять и идентифицировать риски в деятельности организации.	Вопросы, задания.

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения

Для реализации задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

##### Контрольные вопросы

##### «Адаптация в экономических системах»

1. Основные определения и классификация адаптивных систем.
2. Локально-оптимальное управление при неполной информации в линейных и нелинейных по состоянию дискретных системах.
3. Синтез адаптивного управления на основе принципа разделения.
4. Адаптация при наличии неизвестных составляющих в действующем возмущении.
5. Математическая модель производственного фонда и фонда потребления.

6. Идентификация параметров модели производственного фонда и фонда потребления.
7. Применение алгоритмов локально-оптимального слежения. Максимизация прибыли.
8. Использование оценщиков в контуре управления.

### Примерный перечень тестовых заданий

1. Укажите общую задачу адаптивного управления.
2. Дайте формулировку проблемы адаптивного управления.
3. Как называются системы, которые некоторым образом приспособливают свои динамические и статические свойства к изменению условий работы системы.
4. Назовите принцип разделения, используемый в задачах синтеза адаптивного управления.
5. Укажите локальный критерий, используемый при синтезе следящих стохастических систем.
6. Укажите формулу для адаптивного управления, в виде обратной связи по состоянию для модели объекта.
7. Укажите уравнения дискретного фильтра Калмана

### Типовое задание по дисциплине

#### «Адаптация в экономических системах»

Название задания: Адаптивное управление динамическим объектом второго порядка.

1. Рассматривается модель изменения производственного фонда и фонда потребления в виде линейного дифференциального уравнения вида:

$$\dot{x}(t) = \bar{A}(\theta)x(t) + \bar{B}(\theta)u(t), \quad x(0) = x_0,$$

где

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} \theta_1 & -\gamma\theta_2 \\ 0 & \gamma \end{pmatrix}, \quad \bar{B} = \begin{pmatrix} -\theta_2 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Необходимо от непрерывной модели перейти к дискретной модели. Шаг дискретизации по времени 0,1. Для дискретной модели объекта

$$x(k+1) = A(\theta)x(k) + B(\theta)u(k) + q(k), \quad x(0) = x_0. \quad (1)$$

Выполнить моделирование системы (1), реализовав адаптивное управление в предположении, что вектор  $x(k)$  контролируется точно без ошибок. Адаптивное управление определить по формуле:

$$u(k) = -(B^T(\hat{\theta}(k))F^T CFB(\hat{\theta}(k)) + D)^{-1} B^T(\hat{\theta}(k))F^T \times \\ \times C(FA(\hat{\theta}(k))x(k) - w(k+1)). \quad (2)$$

Исходные данные заданы в таблице.

$$C = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad D = 0,5.$$

Интервал времени:  $k = 0, \dots, 200$ .

В качестве алгоритма идентификации используется дискретный фильтр Калмана:

$$\hat{\theta}(k+1) = \hat{\theta}(k) + K_0(k)[x(k+1) - G(k)\hat{\theta} - g(k)], \quad \hat{\theta}(0) = \bar{\theta}_0, \quad (3)$$

$$K_0(k) = P_0(k)G(k)^T (G(k)P_0(k)G(k)^T + Q)^{-1}, \quad (4)$$

$$P_0(k+1) = (E_2 - K_0(k)G(k))P_0(k), \quad P_0(0) = P_{\theta_0}. \quad (5)$$

Начальные условия для уравнения следующие:

$$\hat{\theta}(0) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, P_0(0) = \begin{pmatrix} 10 & 0 \\ 0 & 15 \end{pmatrix}.$$

Определить матрицу  $G(x(k), u(k))$  и вектор  $g(x(k), u(k))$ . Учитывая, что 2-ая строка матрицы  $G(x(k), u(k))$  нулевая, модифицировать уравнения фильтрации (3-5). Эта модификация позволит вместо полного вектора  $x(k+1)$  в (3) использовать только 1-ю компоненту этого вектора.

2. Построить графики переходных процессов, графики адаптивного управлений и оценок неизвестных параметров. Результаты моделирования выполнить для 2-х случаев:

- а) без учета на ограничения на управление;
- б) с учетом ограничений на управление.

Сравнить качество оценок неизвестных параметров. Сделать выводы.

3. Выполнить моделирование в предположении, что контроль за состоянием объекта осуществляется с ошибками. Модель системы контроля имеет вид:

$$y(k) = Hx(k) + \eta(k),$$

где  $\eta(k)$  – гауссовская последовательность независимая от  $q(k)$  с характеристиками:

$$M\{\eta(k)\} = 0, \quad M\{\eta(k)\eta^T(j)\} = V\delta_{k,j}.$$

Матрица  $V$  и матрица системы контроля следующая

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad V = \begin{pmatrix} 1,4 & 0 \\ 0 & 2,5 \end{pmatrix}.$$

Таблица

$N$	$\gamma$	$x_1(0)$	$x_2(0)$	$\theta_1$	$\theta_2$	$Q_{11}$	$Q_{22}$
1	0,003	300	200	0,07	1,5	2,0	0,1
2	0,004	310	210	0,08	1,6	1,0	0,3
3	0,002	305	195	0,06	1,9	1,0	0,2
4	0,005	310	205	0,09	2,2	1,2	0,05
5	0,004	320	216	0,1	2,3	2,0	0,2

### 3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

#### Вопросы к зачету

1. Основные определения и классификация адаптивных систем.
2. Локально-оптимальное управление при неполной информации в линейных и нелинейных по состоянию дискретных системах.
3. Оценки локальных критериев, характеризующие качество функционирования систем управления.
4. Синтез адаптивного управление на основе принципа разделения.
5. Потери на адаптацию.
6. Рекуррентные методы идентификации параметров модели объекта.
7. Асимптотические свойства замкнутых адаптивных систем управления.
8. Адаптация при наличии неизвестных составляющих в действующем возмущении.
9. Математическая модель производственного фонда и фонда потребления.
10. Применение метода локально-оптимального слежения в задаче оптимизации фонда потребления.
11. Идентификация параметров модели производственного фонда и фонда потребления.
12. Адаптивное управление производственным фондом и фондом потребления.
13. Постановки задач управления.



14. Задача максимизация прибыли.
15. Учет ограничений в задаче управления.
16. Управление по выходу.
17. Адаптивное управление по локальному критерию модели производственного фонда и фонда потребления.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения**

##### **4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.**

Текущий контроль изучения дисциплины состоит из следующих видов:

- контроль за правильным выполнением и своевременной сдачей лабораторных работ;
- контроль за усвоением теоретического материала – проведение тестов по дисциплине.

##### **4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.**

Балльные оценки для форм контроля промежуточной аттестации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Балльные оценки

Форма контроля	Максимальный балл промежуточной аттестации	Максимальный балл на конец семестра	Всего за семестр
Гестирование	20	20	40
Контрольная работа	20	20	40
Подготовка к зачету			20
Нарастающий итог	40	80	100

Пересчет баллов в оценки за промежуточную аттестацию представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Пересчет баллов в оценки за промежуточную аттестацию

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
$\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату ПА	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ПА	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ПА	3
$< 60\%$ от максимальной суммы баллов на дату ПА	2

Зачет осуществляется в форме опроса по теоретической части дисциплины.

Зачет проставляется студентам, выполнившим все задания по лабораторным работам, получившим за промежуточную аттестацию оценку не ниже «удовлетворительно» и ответившим на не менее чем на два теоретических вопроса дисциплины из трех.