

«

»

“ ”

“ ”

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы активной идентификации динамических систем**

: 02.04.03

: 1, : 2

|           |         |          |
|-----------|---------|----------|
|           |         |          |
|           |         | <b>2</b> |
| <b>1</b>  | ( )     | 3        |
| <b>2</b>  |         | 108      |
| <b>3</b>  | , .     | 88       |
| <b>4</b>  | , .     | 18       |
| <b>5</b>  | , .     | 36       |
| <b>6</b>  | , .     | 0        |
| <b>7</b>  | , .     | 20       |
| <b>8</b>  | , .     | 2        |
| <b>9</b>  | , .     | 32       |
| <b>10</b> | , .     | 20       |
| <b>11</b> | ( , , ) | .        |
| <b>12</b> |         |          |

( ): 02.04.03

1416 30.10.2014 . , : 26.11.2014 .

: 1,

( ): 02.04.03

, 4 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

, . . . . .

:

, . . . . .

:

. . . . .

# 1.

1.1

|   |
|---|
| <i>Компетенция ФГОС: ОПК.10 владение навыками использования основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях; в части следующих результатов обучения:</i>  |
| 10.   |
| <i>Компетенция ФГОС: ОПК.4 владение теоретическими основами информатики как науки; знание проблем современной информатики, ее категории и связи с другими научными дисциплинами, понимание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных, технологий; в части следующих результатов обучения:</i> |
| 3.  |
| <i>Компетенция ФГОС: ОПК.9 владение навыками разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; в части следующих результатов обучения:</i>   |
| 3.  |
| <i>Компетенция ФГОС: ПК.1 владение навыками применения математических основ информатики при разработке и исследовании нового программного обеспечения; в части следующих результатов обучения:</i>  |
| 2.  |

# 2.

2.1

|           |  |
|-----------|--|
| ( , , , ) |  |
|-----------|--|

|   |   |
|---|---|
| <b>.10. 10</b>  |   |
| 1.об основных этапах активной идентификации динамических систем   | ; |
| <b>.4. 3</b>  |   |
| 2.о способах управления экспериментом при идентификации динамических систем                                 | ; |
| <b>.10. 10</b>  |   |
| 3.об общих требованиях, предъявляемых к оценкам параметров динамических систем                              | ; |
| <b>.4. 3</b>  |   |
| 4.об основных критериях оптимальности   | ; |
| <b>.10. 10</b>  |   |
| 5.основы теории активной идентификации стохастических дискретных систем                                     | ; |
| <b>.9. 3</b>  |   |
| 6.оценивать параметры моделей стохастических дискретных систем в пространстве состояний                     | ; |
| 7.строить оптимальные входные сигналы для моделей стохастических дискретных систем в пространстве состояний | ; |

|  |   |   |
|--|---|---|
| 8. планировать начальные условия для моделей стохастических дискретных систем в пространстве состояний | ; | ; |
| <b>.1. 2</b>   |   |   |
| 9. о статистических методах обработки временных рядов  | ; |   |

**3.**

3.1

|            |   |   |               |  |
|------------|---|---|---------------|--|
|            | , | . |               |  |
| <b>: 2</b> |   |   |               |  |
| :          |   |   |               |  |
| 1.         | 2 | 4 | 1, 2, 3, 4, 9 |  |
| :          |   |   |               |  |
| 2.         | 0 | 4 | 5, 6          |  |
| :          |   |   |               |  |
| 3.         | 4 | 6 | 5             |  |
| 4.         | 0 | 4 | 5, 7, 8       |  |

3.2

|            |   |   |   |  |
|------------|---|---|---|--|
|            | , | . |   |  |
| <b>: 2</b> |   |   |   |  |
| :          |   |   |   |  |
| 1.         | 4 | 6 | 6 |  |

|    |   |    |      |  |
|----|---|----|------|--|
| 2. | 6 | 8  | 6    |  |
| :  |   |    |      |  |
| 3. | 4 | 12 | 5, 7 |  |
| 4. | 0 | 10 | 5, 8 |  |

3.3

|     |   |    |         |  |
|-----|---|----|---------|--|
|     | , | .  |         |  |
| : 2 |   |    |         |  |
| :   |   |    |         |  |
| 1.  | 0 | 10 | 3, 6, 9 |  |

4.

|   |  |                           |   |    |
|---|--|---------------------------|---|----|
|   |  |                           |   |    |
| : 2   |  |                           |   |    |
| 1   |  | 1, 2, 3, 4, 5, 6,<br>7, 8 | 2 | 8  |
| <p>: [ ]:</p> <p>- . . . , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039</a>. -</p> <p>[ ]: - / . . . ; . . . .</p> <p>- . . . , [2011]. - : <a href="http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc">http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc</a>. -</p> |  |                           |   |    |
| 2   |  | 1, 2, 3, 4, 5, 6,<br>7, 8 | 6 | 12 |

|  |  |                           |    |    |
|--|--|---------------------------|----|----|
| <p>: [ ]:<br/> - - , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039</a>. -<br/> [ ]:<br/> - - , [2011]. - :<br/> <a href="http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc">http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc</a>. -</p>       |  |                           |    |    |
| 3  |  | 1, 2, 3, 4, 5, 6,<br>7, 8 | 2  | 10 |
| <p>: [ ]:<br/> - - , [2013]. - : <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039</a>. -<br/> [ ]:<br/> - - , [2011]. - :<br/> <a href="http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc">http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc</a>. -</p>       |  |                           |    |    |
| 4  |  | 3, 6, 9                   | 12 | 2  |
| <p>3.3 :<br/> [ ]:<br/> , [2013]. - :<br/> <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039</a>. -<br/> [ ]:<br/> , [2011]. - :<br/> <a href="http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc">http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc</a>. -</p> |  |                           |    |    |

## 5.

( . 5.1).

5.1

|  |  |
|--|--|
|  | -  |
|  | e-mail; ;  |
|  | e-mail;  |
|  | e-mail; ;  |
|  | :<br><a href="http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc">http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc</a> ; |

## 6.

( ),

- ECTS.

. 6.1.

6.1

|                              |    |    |
|------------------------------|----|----|
|                              |    |    |
| : 2                          |    |    |
| <i>Практические занятия:</i> | 10 | 40 |
| <i>Контрольные работы:</i>   | 8  | 20 |
|                              |    |    |

|          |    |    |
|----------|----|----|
| Экзамен: | 10 | 40 |
| -        |    |    |

6.2

6.2

|            |     |   |   |
|------------|-----|---|---|
|            |     |   |   |
|            |     |   |   |
| <b>.10</b> | 10. | + | + |
| <b>.4</b>  | 3.  |   | + |
| <b>.9</b>  | 3.  |   | + |
| <b>.1</b>  | 2.  |   | + |

1

## 7.

**1.** Активная параметрическая идентификация стохастических линейных систем : [монография / В. И. Денисов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 190 с. : ил., табл.

**2.** Чубич В. М. Активная идентификация стохастических динамических систем. Оценивание параметров : учебное пособие / В. М. Чубич, Е. В. Филиппова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 61, [1] с. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000233664](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233664). - Работа выполнена при фин. поддержке Мин-ва РФ (задание № 2014/138, проект "Развитие систем и технологий компьютерного моделирования при исслед. объектов стохастич. природы", № 1689).

**1.** Абденов А. Ж. Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем : Учеб. пособие для ст. курсов спец. "Прикладная математика" / А. Ж. Абденов, В. И. Денисов, В. М. Чубич; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1993. - 43 с.

**2.** Горский В. Г. Планирование промышленных экспериментов (модели динамики) / В. Г. Горский, Ю. П. Адлер, А. М. Талалай. - М., 1978. - 112 с. : ил, табл.

**3.** Льюнг Л. Идентификация систем : теория для пользователя / Л. Льюнг ; пер. с англ. А. С. Манделя и А. В. Назина ; под ред. Я. З. Цыпкина. - М., 1991. - 431, [1] с. : ил., табл.

**4.** Федоров В. В. Теория оптимального эксперимента (планирование регрессионных экспериментов) : [монография] / В. В. Федоров. - М., 1971. - 311, [1] с. : ил.

**5.** Денисов В. И. Математическое обеспечение системы ЭВМ - экспериментатор: регрессионный и дисперсионный анализы / В. И. Денисов. - М., 1977. - 250 [1] с. : ил., схемы, таблицы

**6.** Денисов В. И. Алгоритмы синтеза планов экспериментов для стохастических динамических систем : учебное пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1996. - 36 с.

**1.** ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

**2.** ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>

5. :

## 8.

### 8.1

1. Чубич В. М. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по ММПЭ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа:

[http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib\\_853\\_1324714263.doc](http://ciu.nstu.ru/fulltext/unofficial/2011/lib_853_1324714263.doc). - Загл. с экрана.

2. Черникова О. С. Математические методы планирования эксперимента [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. С. Черникова, В. М. Чубич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа:

[http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000180039](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000180039). - Загл. с экрана.

### 8.2

1 Matlab Simulink

## 9.

-

|   |                 |          |
|---|-----------------|----------|
|   |                 |          |
| 1 | (<br>Internet ) | Internet |

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

Кафедра теоретической и прикладной информатики

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН ФПМИ  
д.т.н., доцент В.С. Тимофеев  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ \_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Методы активной идентификации динамических систем**

Образовательная программа: 02.04.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, магистерская программа: Математическое и программное обеспечение информационных технологий

### 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Методы активной идентификации динамических систем» приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции  | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)   | Темы   | Этапы оценки компетенций                                      |   |
|--|--|--|---|---|
|  |  |  | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОПК.10 владение навыками использования основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях   | 33. Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы | Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем Градиентные алгоритмы планирования оптимальных входных сигналов и начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных систем в пространстве состояний Теоретические аспекты планирования экспериментов для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний | Контрольная работа  | Экзамен, вопросы 1,2,5-9                  |
| ОПК.4 владение теоретическими основами информатики как науки; знание проблем современной информатики, ее категории и связи с другими научными дисциплинами, понимание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и | 33. Знать математические методы оптимального планирования эксперимента при исследовании объектов различной природы | Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем  |   | Экзамен, вопрос 2                         |

|   |   |   |  |                            |
|---|---|---|--|----------------------------|
| информационных, технологий  |   |   |  |                            |
| ОПК.9 владение навыками разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | у3. Владеть основами программирования в одном из современных математических пакетов статистической направленности | Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем |  | Экзамен, вопросы 3,4,10-15 |
| ПК.1/НИ владение навыками применения математических основ информатики при разработке и исследовании нового программного обеспечения   | з2. Знать методы анализа реальных временных рядов   | Введение в оценивание и планирование экспериментов для стохастических динамических систем Основные статистические свойства оценок неизвестных параметров моделей стохастических линейных дискретных систем  |  | Экзамен, вопрос 1          |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по **дисциплине** проводится в 2 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.10, ОПК.4, ОПК.9, ПК.1/НИ. . Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.10, ОПК.4, ОПК.9, ПК.1/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

## **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое 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 виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое 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 из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

## Паспорт экзамена

по дисциплине «Методы активной идентификации динамических систем», 2 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: в билете 2 вопроса из перечня вопросов, приведенных ниже. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет ФПМИ

#### Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Методы активной идентификации динамических систем»

---

1. Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных систем в пространстве состояний (10 баллов).
2. Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний (30 баллов).

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) \_\_\_\_\_ (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студентом теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом теоретическое 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 виды заданий выполнены с ошибками, оценка составляет 10-19 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студентом теоретическое 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 из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки оценка составляет 20-34 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студентом теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. оценка составляет 35-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

#### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Методы активной идентификации динамических систем»

1. Процедура активной параметрической идентификации стохастических динамических систем.
2. Оценивание параметров стохастических моделей линейных дискретных систем в пространстве состояний.
3. Алгоритмы вычисления критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.
4. Алгоритмы вычисления градиентов критериев максимального правдоподобия и наименьших квадратов для стохастических моделей линейных дискретных систем.
5. Возможные постановки задач планирования экспериментов для стохастических динамических систем (планирование входных сигналов, начальных условий, моментов измерений). Критерии оптимальности планов.
6. Основные свойства нормированных информационных матриц в задачах планирования экспериментов для стохастических динамических систем (симметричность, положительная полуопределенность, выпуклость множества нормированных информационных матриц, замкнутость этого множества при условии замкнутости области допустимых входных сигналов).
7. Теоремы эквивалентности для A-, D- оптимальных планов и следствия из них.
8. Прямая градиентная процедура планирования экспериментов для стохастических динамических систем.
9. Двойственная градиентная процедура планирования экспериментов для стохастических динамических систем.
10. Вывод информационной матрицы Фишера для стохастических моделей стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний.
11. Алгоритм вычисления информационной матрицы Фишера для стохастических моделей стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний.

12. Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний.
13. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам входного сигнала для стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний.
14. Нахождение производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний.
15. Алгоритм вычисления производных от информационной матрицы Фишера по компонентам вектора начальных условий для стационарных линейных дискретных систем в пространстве состояний.

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Методы активной идентификации динамических систем», 2 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме «Теоретические аспекты планирования экспериментов для стохастических моделей линейных стационарных дискретных систем в пространстве состояний» и включает в себя выполнение письменного задания. После проверки контрольная работа выдается на руки студентам для ознакомления и анализа ошибок с целью наиболее эффективной подготовки к сдаче экзамена.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студентом набрано менее 8 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студентом набрано 8-10 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если студентом набрано 11-15 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студентом набрано 15-20 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

Вывод выражения для информационной матрицы Фишера при разном вхождении неизвестных параметров в модели стохастических линейных дискретных систем.