

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ Математические основы теории систем

: 27.03.04

, :

: 2, : 4

| | | |
|-----------|---------|----------|
| | | |
| | | 4 |
| 1 | () | 3 |
| 2 | | 108 |
| 3 | , . | 45 |
| 4 | , . | 18 |
| 5 | , . | 18 |
| 6 | , . | 0 |
| 7 | , . | 0 |
| 8 | , . | 2 |
| 9 | , . | 7 |
| 10 | , . | 63 |
| 11 | (, ,) | . |
| 12 | | |

(): 27.03.04

1171 20.10.2015 ., : 12.11.2015 .

: 1,

(): 27.03.04

, 10/1 20.06.2017

, 6 21.06.2017

:

,

:

,

:

.

1.

1.1

| | |
|---|--|
| Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения: | |
| 4. | |
| 5. | |
| 3. | |
| Компетенция ФГОС: ПК.5 способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления; в части следующих результатов обучения: | |
| 5. | |

2.

2.1

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

| | |
|---|-----|
| .1. 5 | |
| 1.о способах математического описания динамических объектов и систем автоматического управления | ; ; |
| 2.о методах исследования динамических объектов и систем | ; ; |
| 3.об общих тенденциях развития теории построения математических моделей объектов и систем управления | ; ; |
| 4.разделы теории матриц, используемые для анализа свойств систем линейных стационарных дифференциальных уравнений | ; |
| .1. 4 | |
| 5.разделы теории систем линейных дифференциальных уравнений, используемые для исследования свойств динамических систем | ; |
| 6.линейные алгебраические и динамические преобразования сигналов | ; ; |
| 7.решать задачи построения математических моделей объектов и систем управления | ; ; |
| 8.исследовать основные свойства простейших управляемых систем | ; ; |
| .1. 3 | |
| 9.вычисления собственных чисел и собственных векторов матриц, вычисление Жордановых форм, форм Фробениуса, вычисления матричных экспонент | |
| 10.преобразования моделей динамических систем к каноническим формам, анализа управляемости, наблюдаемости и устойчивости | |
| 11.уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов | ; |
| .5. 5 | |
| 12.знать основные методы синтеза систем управления | ; ; |

3.

| | | | | | |
|-----|-------------------|---|---|----------|--|
| 4. | | 0 | 2 | 2 | |
| : | | | | | |
| 5. | | 0 | 2 | 10, 3, 9 | |
| 6. | , | 0 | 1 | 10, 4, 9 | |
| : | | | | | |
| 7. | , , , , - , | 0 | 1 | 5 | |
| 8. | , - , , | 0 | 1 | 6 | |
| : | | | | | |
| 9. | , , , | 0 | 1 | 11, 7 | |
| 10. | , , | 0 | 1 | 7, 8 | |
| : | | | | | |

| | | | | | |
|-----|---|---|---|--------------|---|
| 11. | - | 0 | 1 | 11 | - |
| 12. | - | 0 | 1 | | |
| : | | | | | |
| 13. | | 0 | 1 | 8 | |
| : | | | | | |
| 14. | | 0 | 1 | 12, 8 | |
| : | | | | | |
| 15. | | 0 | 1 | 10, 11, 12 | |
| : | | | | | |
| 16. | | 0 | 1 | 10, 12, 3, 4 | |

3.2

| | | | | | |
|-----|--|---|---|---|--|
| | | | | | |
| : 4 | | | | | |
| : | | | | | |
| 1. | | 0 | 2 | 1 | |
| : | | | | | |

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

4.

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|--|--|---------------------------|----|---|
| : 4 | | | | |
| 1 | | 4, 7, 8 | 26 | 0 |
| <p> : / , , ; - , , 2010. - 94, [1] . : - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151417 </p> | | | | |
| 2 | | 11, 12, 6, 7, 8 | 7 | 0 |
| <p> , 1 : : - / , , 2010. - 94, [1] . : - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151417 </p> | | | | |
| 3 | | 1, 2, 3 | 3 | 0 |
| <p> , 1 : : - / , , 2010. - 94, [1] . : - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151417 </p> | | | | |
| 4 | | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | 27 | 7 |
| <p> , 2 : : - / , , 2010. - 94, [1] . : - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151417 </p> | | | | |

5.

- , (. 5.1).

5.1

| | |
|--|--|
| | - |
| | e-mail: http://ac.cs.nstu.ru ; : http://ac.cs.nstu.ru |
| | e-mail: http://ac.cs.nstu.ru ; : http://ac.cs.nstu.ru ; |
| | e-mail: http://ac.cs.nstu.ru ; : http://ac.cs.nstu.ru |
| | e-mail: http://ac.cs.nstu.ru ; : http://ac.cs.nstu.ru |

6.

(),

-
15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

| | | |
|------------|---|--|
| | . | |
| : 4 | | |

| | | |
|---|----|----|
| <i>Практические занятия:</i> | 15 | 30 |
| http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221821 . - []. 1: | | |
| <i>Контрольные работы:</i> | 15 | 30 |
| http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221821 . - []. 1: | | |
| <i>Зачет:</i> | 20 | 40 |

6.2

6.2

| | | | |
|-----------|----|---|---|
| | | | |
| .1 | 4. | + | + |
| | 5. | + | + |
| | 3. | + | + |
| .5 | 5. | | + |

1

7.

1. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. - М., 2004. - 559 с.

2. Математические основы теории автоматического управления. В 3 т. Т. 3 : [учебное пособие для вузов по специальностям "Мехатроника", "Роботы и робототехнические системы" направления "Мехатроника и робототехника" / В. А. Иванов и др.]; под ред. Б. К. Чемоданова. - М., 2009. - 349, [1] с. : ил.

1. Математические основы теории автоматического регулирования. Т. 2 : учебное пособие для вузов / [В. А. Иванов и др.]; под ред. Б. К. Чемоданова. - М., 1977. - 455 с.

2. Малышенко А. М. Математические основы теории систем : учебное пособие для вузов / А. М. Малышенко. - Томск, 2004. - 333 с. : ил.

3. Юркевич В. Д. Многоканальные системы управления. Синтез линейных систем с разнотемповыми процессами : учебное пособие / В. Д. Юркевич ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 181, [1] с. - Режим доступа:

http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232266. - Работа подгот. при фин. поддержке РФФИ (проект № 14-08-01004).

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

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

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

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Чехонадских А. В. Основы линейной алгебры и аналитической геометрии [Электронный ресурс]. Глава 1: матрицы и определители : учебник / А. В. Чехонадских ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221821. - Загл. с экрана.

2. Колегов М. А. Исследование динамики механических систем с упругими связями : лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / М. А. Колегов, А. Ю. Кукина, В. Д. Юркевич ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. автоматике и вычисл. техники. - Новосибирск, 2010. - 94, [1] с. : ил., табл., схемы. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000151417

8.2

1 MATLAB

9.

-

| | | |
|---|-----------------|----------|
| | | |
| 1 | (Internet) | Internet |

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

Кафедра автоматики

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н., доцент И.Л. Рева
“ ____ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математические основы теории систем

Образовательная программа: 27.03.04 Управление в технических системах, профиль:
Автоматика и управление

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Математические основы теории 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.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | 34. знать способы математического описания динамических объектов и систем автоматического управления | Анализ устойчивости линейных систем, применение форм Жордана для матричной экспоненты при анализе устойчивости линейных систем, классификация точек равновесия в системах второго порядка Евклидовы пространства, скалярное произведение, норма вектора, неравенство Коши-Буняковского, норма матрицы Квадратичные формы, канонический вид квадратичной формы, положительно определенная квадратичная форма, отрицательно определенная квадратичная форма, критерий Сильвестра Ортогональность векторов, процедура ортогонализации Грамма-Шмидта, симметричные линейные преобразования и их свойства, ортогональные преобразования Преобразование Лапласа Применение квадратичных форм для анализа устойчивости решений линейных однородных дифференциальных уравнений, уравнение Ляпунова Собственные вектора и собственные числа матриц Функции квадратных матриц, матричный полином, бесконечные ряды и аналитические функции матриц, применение Жордановых форм для вычисления матричных полиномов | Контрольные работы | Зачет, вопросы 1-7 |
| ОПК.1 | 35. знать общие тенденции развития теории построения математических моделей объектов и систем управления | Канонические формы матриц, приведение матриц к диагональному виду, приведение матриц к Жордановой форме, Фробениусов форма матриц Квадратичные формы Линейные (векторные) пространства. Операции над элементами линейного пространства. Линейная | Контрольные работы | Зачет, вопросы 8-16 |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | <p>зависимость векторов. Размерность линейного пространства. Базис линейного пространства. Линейное подпространство. Линейное многообразие. Линейные преобразования линейных пространств. Матрица перехода от одного базиса к другому базису. Преобразование координат. Преобразование подобия. Матричные инварианты преобразования подобия Линейных преобразования линейных пространств Матрицы и их свойства Наблюдаемость линейных динамических систем, критерий наблюдаемости, наблюдаемая каноническая форма, преобразование к наблюдаемому каноническому представлению Преобразование Лапласа и его свойства. Решение систем линейных дифференциальных уравнений на основе преобразования Лапласа. Передаточная функция линейных динамических систем. Операторная форма записи линейных динамических систем. Структурные схемы линейных динамических систем Системы линейных уравнений. Совместные, несовместные системы. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Правило Крамера. Системы линейных дифференциальных уравнений. Векторная форма записи систем линейных дифференциальных уравнений. Общий вид решения автономной и неавтономной систем линейных дифференциальных уравнений. Свойства решений систем линейных дифференциальных уравнений. Матричная экспонента и ее свойства Собственные вектора и собственные значения линейного преобразования. Характеристическая матрица для заданной матрицы. Характеристический многочлен матрицы. Алгебраическая и геометрическая кратность собственных чисел. Дефект собственного числа Элементы теории матриц. Операции над матрицами. Свойства</p> | | |
|--|--|--|--|--|

| | | | | |
|-------|---|---|---------------------------|-----------------------------|
| | | <p>операций над матрицами. Ранг матрицы. Определитель. Свойства определителей. Функциональные матрицы. Операции с функциональными матрицами</p> | | |
| ОПК.1 | <p>у3. уметь применять основные методы математического аппарата в математических моделях объектов и процессов</p> | <p>Канонические формы матриц, приведение матриц к диагональному виду, приведение матриц к Жордановой форме, Фробениусов форма матриц Квадратичные формы, канонический вид квадратичной формы, положительно определенная квадратичная форма, отрицательно определенная квадратичная форма, критерий Сильвестра Линейные (векторные) пространства. Операции над элементами линейного пространства. Линейная зависимость векторов. Размерность линейного пространства. Базис линейного пространства. Линейное подпространство. Линейное многообразие. Линейные преобразования линейных пространств. Матрица перехода от одного базиса к другому базису. Преобразование координат. Преобразование подобия. Матричные инварианты преобразования подобия Системы линейных уравнений. Совместные, несовместные системы. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Правило Крамера. Системы линейных дифференциальных уравнений. Векторная форма записи систем линейных дифференциальных уравнений. Общий вид решения автономной и неавтономной систем линейных дифференциальных уравнений. Свойства решений систем линейных дифференциальных уравнений. Матричная экспонента и ее свойства Собственные вектора и собственные значения линейного преобразования. Характеристическая матрица для заданной матрицы. Характеристический многочлен матрицы. Алгебраическая и геометрическая кратность собственных чисел. Дефект собственного числа Теорема</p> | <p>Контрольные работы</p> | <p>Зачет, вопросы 17-21</p> |

| | | | | |
|--|---|---|--|----------------------|
| | | Гамильтона-Кэли и ее применения, вычисление обратной матрицы, понижение степени матричного полинома, вычисление аналитических функций с матричным аргументом Управляемость линейных динамических систем, критерий управляемости, управляемая каноническая форма, преобразование к управляемому каноническому представлению | | |
| ПК.5/ПК способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования систем и средств автоматизации и управления | з5. знать основные методы синтеза систем управления | Анализ устойчивости линейных систем, применение форм Жордана для матричной экспоненты при анализе устойчивости линейных систем, классификация точек равновесия в системах второго порядка Квадратичные формы Наблюдаемость линейных динамических систем, критерий наблюдаемости, наблюдаемая каноническая форма, преобразование к наблюдаемому каноническому представлению Преобразование Лапласа Управляемость линейных динамических систем, критерий управляемости, управляемая каноническая форма, преобразование к управляемому каноническому представлению | | Зачет, вопросы 17-21 |

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.5/ПК.

Зачет проводится в устной (письменной) форме, по билетам (тестам). или

Зачет проводится в форме письменного тестирования, варианты теста составляются из вопросов, приведенных в паспорте зачета, позволяющих оценить показатели сформированности соответствующих компетенций

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

В 4 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.1, ПК.5/ПК, 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 зачета

по дисциплине «Математические основы теории систем», 4 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-10, второй вопрос из диапазона вопросов 11-21 (список вопросов приведен ниже). В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Студенту при сдаче зачета предлагаются для решения численные примеры. На основе решения данных примеров студент должен показать знания, как теоретического материала дисциплины, так и практические навыки применения полученных знаний в конкретных задачах. Промежуточная аттестация студентов осуществляется на основе результатов контрольных работ, проводимых в течение семестра.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Математические основы теории систем»

1. Канонические формы матриц. Приведение матрицы линейного преобразования к диагональному виду.
2. Функции квадратных матриц. Матричный полином. Бесконечные ряды и аналитические функции матриц.
3. Задача. Найти выражение матричной экспоненты для матрицы A на основе применения алгоритма Фаддеева-Леверье, где $A = \begin{bmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 20 баллов.

- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет от 20 до 27 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет от 28 до 33 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет от 34 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

Зачёт считается сданным, если итоговый рейтинг студента оставляет не менее 20 баллов (из 40 возможных).

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

4. Вопросы к зачёту по дисциплине «Математические основы теории систем»

1. Элементы теории матриц. Операции над матрицами. Свойства операций над матрицами. Ранг матрицы. Определитель. Свойства определителей.
2. Функциональные матрицы. Операции с функциональными матрицами.
3. Линейные (векторные) пространства. Операции над элементами линейного пространства. Линейная зависимость векторов. Размерность линейного пространства. Базис линейного пространства. Линейное подпространство. Линейное многообразие.
4. Линейные преобразования линейных пространств. Матрица перехода от одного базиса к другому базису. Преобразование координат. Преобразование подобия. Матричные инварианты преобразования подобия.
5. Системы линейных уравнений. Совместные, несовместные системы. Решение систем линейных уравнений. Метод Гаусса. Правило Крамера.
6. Системы линейных дифференциальных уравнений. Векторная форма записи систем линейных дифференциальных уравнений. Общий вид решения автономной и неавтономной систем линейных дифференциальных уравнений. Свойства решений систем линейных дифференциальных уравнений. Матричная экспонента и ее свойства.
7. Преобразование Лапласа и его свойства. Решение систем линейных дифференциальных уравнений на основе преобразования Лапласа. Передаточная функция линейных динамических систем. Операторная форма записи линейных динамических систем. Структурные схемы линейных динамических систем.
8. Собственные вектора и собственные значения линейного преобразования. Характеристическая матрица для заданной матрицы. Характеристический многочлен матрицы. Алгебраическая и геометрическая кратность собственных чисел. Дефект собственного числа.
9. Канонические формы матриц. Приведение матрицы линейного преобразования к диагональному виду. Приведение матрицы линейного преобразования к

- нормальной Жордановой форме. Клетки Жордана. Блочно-диагональная каноническая форма для случая комплексно-сопряженных корней характеристического полинома матрицы. Комбинированные блочно-диагональные канонические формы.
10. Строчная нормальная сопровождающая (Фробениусова) форма матриц. Столбцовая нормальная (Фробениусова) форма матриц. Преобразование матриц к нормальной сопровождающей (Фробениусовой) форме.
 11. Евклидовы пространства. Унитарные пространства. Скалярное произведение и его свойства. Норма вектора (векторная норма Гёлдера, абсолютная, квадратичная, бесконечная). Эквивалентность норм. Неравенство Коши-Буняковского. Норма матрицы. Операторная (индуцированная) норма матрицы, столбцовая индуцированная норма, строчная индуцированная норма, спектральная норма матрицы. Евклидова (Фробениусова) норма матрицы.
 12. Ортогональность векторов. Ортогональная система векторов. Ортонормированная система векторов. Процедура ортогонализации Грамма-Шмидта
 13. Симметричные линейные преобразования и их свойства. Ортогональные преобразования.
 14. Квадратичные формы. Преобразование координат для квадратичной формы. Канонический вид квадратичной формы. Ранг квадратичной формы. Положительный и отрицательный индексы инерции квадратичной формы. Положительно определенная квадратичная форма. Отрицательно определенная квадратичная форма. Критерий Сильвестра.
 15. Функции квадратных матриц. Матричный полином. Бесконечные ряды и аналитические функции матриц. Применение Жордановых форм для вычисления матричных полиномов.
 16. Теорема Гамильтона-Кэли и ее применения. Вычисление обратной матрицы. Понижение степени матричного полинома. Вычисление аналитических функций с матричным аргументом.
 17. Методы вычисления матричной экспоненты на основе применения теоремы Гамильтона-Кэли, форм Жордана, преобразование Лапласа, алгоритма Фаддеева-Леверье.
 18. Анализ устойчивости линейных систем. Применение форм Жордана для матричной экспоненты при анализе устойчивости линейных систем. Классификация точек равновесия в системах второго порядка.
 19. Применение квадратичных форм для анализа устойчивости решений линейных однородных дифференциальных уравнений. Уравнение Ляпунова.
 20. Управляемость линейных динамических систем. Критерий управляемости. Управляемое каноническое представление линейных динамических систем (управляемая каноническая форма). Преобразование к управляемому каноническому представлению.
 21. Наблюдаемость линейных динамических систем. Критерий наблюдаемости. Наблюдаемое каноническое представление линейных динамических систем (наблюдаемая каноническая форма). Преобразование к наблюдаемому каноническому представлению.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Математические основы теории систем», 4 семестр

1. Методика оценки

В течение семестра проводится четыре контрольные работы.

Первая контрольная работа по темам: Матрицы. Операции над матрицами. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Преобразование Лапласа, решение линейных дифференциальных уравнений и системы линейных дифференциальных уравнений.

Вторая контрольная работа по темам: Собственные числа и собственные вектора матриц. Алгебраическая и геометрическая кратность, дефект собственного числа матрицы. Линейное преобразование. Преобразование координат. Подобные матрицы. Канонические формы матриц.

Третья контрольная работа по темам: Норма вектора. Норма матрицы. Процедура ортогонализации Грама-Шмидта. Разложение матрицы на произведение ортогональной и верхнетреугольной матриц. Квадратичные формы. Приведение квадратичной формы к каноническому виду. Критерий Сильвестра. Теорема Гамильтона-Кэли и её применения.

Четвертая контрольная работа по темам: Применение алгоритма Фаддеева-Леверье для вычисления матричной экспоненты. Классификация типов особых точек (точек равновесия). Решение уравнения Ляпунова и анализ устойчивости линейной системы. Критерий управляемости. Преобразование линейной системы к управляемой канонической форме. Критерий наблюдаемости. Преобразование линейной системы к наблюдаемой канонической форме.

Все контрольные работы проводятся письменно. Каждая контрольная работа включает 2-3 задачи по указанным выше темам.

2. Критерии оценки

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

Контрольная работа считается **невыполненной**, если оценка составляет менее 15 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если оценка составляет от 15 до 20 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, оценка составляет от 21 до 25 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, оценка составляет от 26 до 30 баллов.

3. Шкала оценки

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

4. Пример варианта контрольной работы

Пример задач для второй контрольной работы: Задача 1. Пусть линейному

преобразованию линейного пространства в базисе e_1, e_2, \dots, e_n соответствует матрица A . Требуется найти соответствующую матрицу для данного преобразования в новом базисе f_1, f_2, \dots, f_n , где

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -2 & 5 \end{bmatrix}, f_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}, f_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Задача 2. Найти преобразование координат, которое приводит матрицу A к строчной сопровождающей форме Фробениуса, где

$$A = \begin{bmatrix} 8 & -6 \\ 15 & -11 \end{bmatrix}.$$

Задача 3. Найти преобразование координат, которое приводит матрицу A к нормальной Жордановой форме, где

$$A = \begin{bmatrix} -2 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}.$$