**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Спецкурс 1
# (Дополнительные разделы линейной алгебры, функционального анализа и теории операторов)

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

| Виды учебной деятельности | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекции | 28 | 28 | часов |
| Практические занятия | 26 | 26 | часов |
| Всего аудиторных занятий | 54 | 54 | часов |
| Самостоятельная работа | 54 | 54 | часов |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| | 4.0 | 4.0 | З.Е |

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8390

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от « 16 » 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| профессор каф. КСУП | _____ | Светлаков А. А. |
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | _____ | Шурыгин Ю. А. |

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФВС | _____ | Козлова Л. А. |
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | _____ | Шурыгин Ю. А. |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. КСУП | _____ | Хабибулина Н. Ю. |

Согласована на портале № 8390

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

приобретение студентами знаний из основных разделов современной математики, необходимых для формулирования и решения задач оценивания неизвестных величин,

построение математических моделей процессов и объектов

проектирование автоматизированных и автоматических систем управления технологическими процессами и объектами, оптимизации их функционирования

### 1.2. Задачи дисциплины

- формировании знаний и навыков применения общих подходов к моделированию систем
- изучение видов математических моделей
- овладение способами математического моделирования на основе непрерывно-детерминированных, дискретно-детерминированных, вероятностных, агрегативных моделей
- формировании представлений о постановке целей и выборе метода моделирования, проверки адекватности математической модели реальной сложной системе
- интерпретации результатов моделирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Спецкурс 1» (Б1.В.ДВ.8.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вычислительная математика, Математика, Моделирование систем и процессов, Программирование и алгоритмизация.

Последующими дисциплинами являются: .

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-18 способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством;
- ПК-20 способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные отношения и операции, задаваемые на множествах векторов, матриц и функций и их важнейшие свойства, линейные пространства, задаваемые на множествах векторов, матриц и функций и способы задания базисов линейных пространств, основные способы построения метрических и нормированных пространств, задаваемых на множествах векторов, матриц и функций и их важнейшие свойства, линейные операторы, преобразующие множества векторов, матриц и функций и их важнейшие свойства, связи между множествами прямоугольных матриц и линейных операторов, преобразующих конечномерные векторные пространства, метрические свойства линейных операторов, преобразующих конечномерные векторные пространства и способы задания норм данных операторов
- **уметь** формулировать цели и задачи автоматизации технологических процессов и производств с использованием конечно-мерных векторов, матриц, функционалов и операторов; строить математические модели, описывающие количественные связи между переменными автоматизируемых технологических процессов и производств; использовать известные пакеты прикладных программ, предназначенных для математического моделирования технологических процессов и проектирования автоматизированных систем управления данными процессами и их отдельными стадиями
- **владеть** навыками проектирования алгоритмов автоматизации технологических процессов и производств с использованием конечно-мерных векторов, матриц функционалов и операторов и программной реализации данных алгоритмов с применением современных языков программирования и пакетов прикладных программ

Согласована на портале № 8390

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 54 | 54 |
| Лекции | 28 | 28 |
| Практические занятия | 26 | 26 |
| Самостоятельная работа (всего) | 54 | 54 |
| Проработка лекционного материала | 28 | 28 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 26 | 26 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 4.0 | 4.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | (без экзамена) Всего часов | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Введение. Примеры задач из профилирующих учебных дисциплин специальности 220700 и методов современной математики, используемых при их математических формулировках и решениях | 1 | 2 | 3 | 6 | ПК-18 |
| 2 | Векторы. Основные отношения на множестве векторов и операции над векторами. | 2 | 4 | 7 | 13 | ПК-18 |
| 3 | Матрицы. Основные отношения на множестве матриц и операции над матрицами. | 4 | 3 | 8 | 15 | ПК-18, ПК-20 |
| 4 | Математические пространства. Линейные пространства и их важнейшие характеристики. | 2 | 4 | 9 | 15 | ПК-18, ПК-20 |
| 5 | Гильбертовы и евклидовы пространства | 4 | 3 | 8 | 15 | ПК-18, ПК-20 |

Согласована на портале № 8390

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | и их свойства | | | | | |
| 6 | Метрические и нормированные пространства | 4 | 3 | 6 | 13 | ПК-18, ПК-20 |
| 7 | Определение и примеры операторов. Линейные операторы, их важнейшие свойства и классы | 6 | 3 | 6 | 15 | ПК-18, ПК-20 |
| 8 | Собственные векторы, собственные значения и метрические свойства линейных операторов | 5 | 4 | 7 | 16 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 28 | 26 | 54 | 108 | |

**5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)**

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Введение. Примеры задач из профилирующих учебных дисциплин специальности 220700 и методов современной математики, используемых при их математических формулировках и решениях | Примеры задач из профилирующих учебных дисциплин специальности 220700 и методов современной математики, используемых при их математических формулировках и решениях | 1 | ПК-18 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Векторы. Основные отношения на множестве векторов и операции над векторами. | Причины и источники появления векторов в науке и технике. Геометрический и аксиоматический подходы к определению вектора. Размерность и компоненты вектора. Векторы-столбцы и векторы-строки. Декартова система координат. Взаимно однозначное соответствие между точками геометрической плоскости и трехмерного геометрического пространства и множествами двухмерных и трехмерных векторов. Отношение равенства между векторами и его основные свойства. Нулевой n-мерный вектор.Операции сложения векторов и умножения векторов на скаляр и их важнейшие свойства. Отношения между | 2 | ПК-18 |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | операциями сложения векторов и умножения их на скаляр. Противоположный вектор и разность двух векторов.Операции транспонирования векторов и их скалярного умножения и их основные свойства. Отношения между данными операциями и операциями сложения векторов и умножения их на скаляр. Длина и евклидова норма n-мерных векторов. Нормированный вектор и угол между n-мерными векторами.Системы n-мерных векторов и их важнейшие свойства и характеристики. Отношения ортогональности, линейной зависимости и линейной независимости n-мерных векторов, и их основные свойства. Линейные комбинации векторов. Нормированные, ортогональные и ортонормированные системы векторов. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов и их важнейшие свойства. Ранг системы векторов.Связи между отношениями ортогональности, линейной зависимости и линейно независимости n-мерных векторов. | | |
| | Итого | 2 | |
| 3 Матрицы. Основные отношения на множестве матриц и операции над матрицами. | Некоторые сведения о системах линейных алгебраических уравнений и причины появления матриц в науке и технике. Определение и важнейшие характеристики прямоугольных матриц. Представление матрицы в виде таблицы, совокупности векторов-столбцов и векторов-строк. Ранги матрицы по столбцам и по строкам. Ранг прямоугольной матрицы. Матрицы полного и неполного ранга. Вырожденные и невырожденные матрицы. Столбцово и строчно вырожденные матрицы. Отношение равенства между матрицами и его основные свойства.Операции сложения матриц и умножения матриц на скаляр и их важнейшие свойства. Отношения между операциями сложения матриц и умножения их на скаляр. Операции умножения матриц на векторы-столбцы справа и векторы-строки слева и их основные свойства. | 4 | ПК-18 |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Ядро и образ матрицы.Операция умножения и транспонирования прямоугольных матриц и их важнейшие свойства. Связи операции умножения матриц с операциями умножения матрицы на вектор-столбец справа и вектор-строку слева. Три представления произведения двух матриц. Отношения между операциями умножения и транспонирования матриц. Коммутативные и симметричные матрицы.Простейшие и обратные матрицы и их важнейшие свойства. Нулевая матрица. Единичная и скалярная матрицы. Диагональная матрица. Операция обращения матриц. Обратная матрица и условия ее существования. Основные свойства операции обращения матриц и ее отношения с операциями умножения и транспонирования матриц.Некоторые специальные матрицы и их важнейшие свойства. Идемпотентные матрицы. Ортогональные матрицы. Матрицы ортогонального проектирования векторов. Положительно определенные матрицы. Два определения положительно определенной матрицы и их эквивалентность.Блочные представления прямоугольных матриц и операции над блочными матрицами. Скелетные разложения прямоугольной матрицы. (M, N)-разложения прямоугольной матрицы. (Vm, Vn)-разложения прямоугольной матрицы. Применение перечисленных разложений прямоугольной матрицы при исследовании их свойств и решении систем линейных алгебраических уравнений. | | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Математические пространства. Линейные пространства и их важнейшие характеристики. | Определение математического пространства. Множество-носитель математического пространства. Совокупности отношений между элементами множества-носителя и операций над данными элементами. Возможности построения математических пространств с помощью задания конкретных множеств-носителей и совокупностей отношений между их элементами и операцией над данными | 2 | ПК-18 |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | элементами.Линейные пространства. Аксиоматическое определение линейного пространства и примеры конкретных линейных пространств, наиболее широко используемых в различных разделах математики и ее приложениях.Важнейшие свойства и характеристики линейных пространств. Система и подсистема элементов линейного пространства. Линейная комбинация элементов линейного пространства и ее коэффициенты. Линейно зависимые и линейно независимые системы элементов и их ранги. Базисы и размерности линейных пространств и разложения их элементов по заданному базису. Координаты разложения элементов линейного пространства по его базисам. Возможности сведения операций сложения элементов линейного пространства и умножения их на скаляр к операциям сложения и умножения вещественных чисел.Подпространства линейных пространств и линейные оболочки их элементов. Определение и примеры подпространств. Тривиальные и нетривиальные подпространства линейного пространства. Определение и примеры линейных оболочек, натянутых на заданную систему элементов линейного пространства. Свойства и возможности использования линейных оболочек для задания различных подпространств линейного пространства.Сумма, пересечение и прямая сумма двух подпространств линейного пространства. Определения и примеры сумм, пересечений и прямых сумм двух подпространств линейного пространства. Основная теорема о прямой сумме подпространств линейного пространства. Теоретическое и прикладное значение линейных пространств. | | |
| | Итого | 2 | |
| 5 Гильбертовы и евклидовы пространства и их свойства | Определение произвольного гильбертова пространства с применением операции скалярного умножения элементов линейного пространства и их скалярного | 4 | ПК-18, ПК-20 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | произведения. Три важнейших свойства операции скалярного умножения элементов линейного пространства и примеры гильбертовых пространств.Определение и способы задания евклидовых пространств. Обобщенные евклидовы пространства.Важнейшие свойства гильбертовых и евклидовых пространств. Первое и второе неравенства Коши-Буняковского. Неравенство Минковского.Нормы элементов гильбертовых и евклидовых пространств. Угол между элементами и ортогональность элементов данных пространств.Базисы гильбертовых и евклидовых пространств. Ортогональные и ортонормированные базисы гильбертовых и евклидовых пространств. Алгоритм Грама-Шмидта построения ортонормированных базисов гильбертовых и евклидовых пространств и их важнейшие свойства.Представление гильбертовых и евклидовых пространств в виде прямых сумм их подпространств. Подпространства и их ортогональные дополнения.Матрица Грама и определитель Грама. Важнейшие свойства определителя Грама. Использование определителя Грама в качестве количественной меры тесноты линейной зависимости | | |
| | Итого | 4 | |
| 6 Метрические и нормированные пространства | Определение метрического пространства. Множество-носитель метрического пространства. Метризация множества-носителя метрического пространства и примеры метрических пространств.Некоторые проблемы и особенности метризации линейных пространств. Использование метрик для введения пределов и различных типов сходимости последовательностей элементов линейного пространства. Важнейшие понятия теории метрических пространств.Определение нормированного пространства. Примеры нормированных пространств. Связи между нормированными и метрическими пространствами. Произведения метрических и | 4 | ПК-18, ПК-20 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | нормированных пространств. | | |
| | Итого | 4 | |
| 7 Определение и примеры операторов. Линейные операторы, их важнейшие свойства и классы | Определение оператора, его области задания и области значений. Однозначные и взаимно однозначные операторы. Обратный оператор. Примеры операторов.Линейные операторы, преобразующие евклидовы пространства и их связь с прямоугольными матрицами. Важнейшие свойства линейных операторов.Связи между матрицами линейных операторов и базисами отображаемых ими евклидовых пространств. Матрицы преобразования евклидова пространства и их основные свойства.Основные положения теории линейных операторов и теории матриц и их взаимосвязи. Простейшие (нулевой, тождественный, скалярный и диагональный) линейные операторы и их связи с простейшими матрицами. Ортогональный и проекционный операторы. Операторы ортогонального проектирования евклидовых пространств. | 6 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 6 | |
| 8 Собственные векторы, собственные значения и метрические свойства линейных операторов | Определение собственных значений и собственных векторов линейных операторов. Спектр линейного оператора. Важнейшие свойства собственных векторов.Характеристическое уравнение невырожденной матрицы и его инвариантность. Условия существования решений характеристического уравнения. Самосопряженные и симметричные линейные операторы.Метрические свойства и нормы линейных операторов. Непрерывность и ограниченность линейных операторов. Определение нормы линейного оператора. Согласованная и подчиненная нормы линейного оператора. Важнейшие свойства норм линейного оператора.Матричные нормы линейного оператора. Определение и примеры матричных норм линейного оператора. Сингулярные числа матрицы и ее спектральная норма. | 5 | ПК-18, ПК-20 |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 5 | |
| Итого за семестр | | 28 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| № | Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 | Вычислительная математика | + | | | | | | | |
| 2 | Математика | | + | + | + | | | | |
| 3 | Моделирование систем и процессов | | | | | | + | + | |
| 4 | Программирование и алгоритмизация | | | | | | | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| ПК-18 | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Опрос на занятиях, Отчет по практике |
| ПК-20 | + | + | + | Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Опрос на занятиях, Отчет по практике |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

## 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 8390

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | |
| 1 Введение. Примеры задач из профилирующих учебных дисциплин специальности 220700 и методов современной математики, используемых при их математических формулировках и решениях | Основные операции над векторами и матрицами | 2 | ПК-18 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Векторы. Основные отношения на множестве векторов и операции над векторами. | Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и проекционным методом | 4 | ПК-18 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Матрицы. Основные отношения на множестве матриц и операции над матрицами. | Разложение векторов по неортогональному, ортогональному и ортонормированному базисам | 3 | ПК-18 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Математические пространства. Линейные пространства и их важнейшие характеристики. | Построение ортогональных и ортонормированных базисов линейных векторных пространств методом Грама-Шмидта | 4 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Гильбертовы и евклидовы пространства и их свойства | Представления векторных пространств суммами, произведениями и прямыми суммами их подпространств | 3 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Метрические и нормированные пространства | Способы задания метрик на векторных пространствах и норм векторов | 3 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 3 | |
| 7 Определение и примеры операторов. Линейные операторы, их важнейшие свойства и классы | Способы задания матричных норм линейных операторов, согласованных с нормами векторов | 3 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 3 | |
| 8 Собственные векторы, собственные значения и метрические свойства линейных операторов | Вычисление собственных значений и собственных векторов вещественных матриц | 4 | ПК-18, ПК-20 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| Итого за семестр | | 26 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | ч Трудоемкость | компетенции Формируемые | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| 1 Введение. Примеры задач из профилирующих учебных дисциплин специальности 220700 и методов современной математики, используемых при их математических формулировках и решениях | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-18 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Собеседование, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 0 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Векторы. Основные отношения на множестве векторов и операции над векторами. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-18 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 3 Матрицы. Основные отношения на множестве матриц и операции над матрицами. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-18, ПК-20 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Математические пространства. Линейные пространства и их важнейшие характеристики. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-18, ПК-20 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |

Согласована на портале № 8390

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 5 Гильбертовы и евклидовы пространства и их свойства | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-18, ПК-20 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Метрические и нормированные пространства | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-18, ПК-20 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Определение и примеры операторов. Линейные операторы, их важнейшие свойства и классы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ПК-18, ПК-20 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 8 Собственные векторы, собственные значения и метрические свойства линейных операторов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-18, ПК-20 | Защита отчета, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практике, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| | Подготовка к экзамену | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 90 | | |

**9.1. Вопросы на проработку лекционного материала**

1. Вычисление собственных значений и собственных векторов вещественных матриц.
2. Способы задания матричных норм линейных операторов, согласованных с нормами векторов
3. Способы задания метрик на векторных пространствах и норм векторов
4. Построение ортогональных и ортонормированных базисов линейных векторных пространств методом Грама-Шмидта
5. Представления векторных пространств суммами, произведениями и прямыми суммами

Согласована на портале № 8390

их подпространств

6. Разложение векторов по неортогональному, ортогональному и ортонормированному базисам
7. Основные операции над векторами и матрицами
8. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и проекционным методом
9. Конечные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
10. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
11. Проекционные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
12. Метод дихотомии решения нелинейных скалярных уравнений
13. Методы касательных и секущих решения нелинейных скалярных уравнений
14. Проработка лекционного материала

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | | | | |
| Защита отчета | 5 | 7 | 10 | 22 |
| Конспект самоподготовки | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Опрос на занятиях | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Отчет по практике | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Собеседование | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Итого максимум за период | 13 | 23 | 34 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 13 | 36 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 8390

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления: учебник – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектрониеи, 2011 г. – 180с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. Вычислительные методы высшей математики. Т. 1. – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
2. Березанский Ю.М., Ус Г.Ф., Шефтель З.Г. Функциональный анализ. Курс лекций. – К.: Выща школа, 1990. – 600 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
3. Светлаков А.А. Обобщенные обратные матрицы: некоторые вопросы теории и применения в задачах автоматизации управления процессами. - Томск: Издательство научно-технической литературы, 2003. – 388 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств». – Томск: ТУСУР, 2010. – 147 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления: учебник – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектрониеи, 2011 г. – 180с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
3. Учебное пособие по дисциплине Спецкурс (по практическим и лабораторным занятиям) для студентов специальности 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств. - Томск: ТУСУР. 2012 [Электронный ресурс]. - http://new.kcup.tusur.ru/library/svetlakov-aa-speckurs-1

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

Согласована на портале № 8390

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. не требуются

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ бакалавры используют персональные компьютеры Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ бакалавры используют персональные компьютеры Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

#### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

При изучении основных разделов дисциплины, выполнении практических работ бакалавры используют персональные компьютеры Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой

Согласована на портале № 8390

обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 8390

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 8390

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**Спецкурс 1**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**
Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **4**
Семестр: **8**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:
- профессор каф. КСУП Светлаков А. А.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 8390

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-18 | способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством | Должен знать основные отношения и операции, задаваемые на множествах векторов, матриц и функций и их важнейшие свойства, линейные пространства, задаваемые на множествах векторов, матриц и функций и способы задания базисов линейных пространств, основные способы построения метрических и нормированных пространств, задаваемых на множествах векторов, матриц и функций и их важнейшие свойства, линейные операторы, преобразующие множества векторов, матриц и функций и их важнейшие свойства, связи между множествами прямоугольных матриц и линейных операторов, преобразующих конечномерные векторные пространства, метрические свойства линейных операторов, преобразующих конечномерные векторные пространства и способы задания норм данных операторов ;<br>Должен уметь формулировать цели и задачи автоматизации технологических процессов и производств с использованием конечно-мерных векторов, матриц, функционалов и операторов; строить математические модели, описывающие количественные связи между переменными автоматизируемых технологических процессов и производств; использовать известные пакеты прикладных программ, предназначенных для математического моделирования технологических процессов и проектирования автоматизированных систем управления данными процессами и их отдельными стадиями;<br>Должен владеть навыками проектирования алгоритмов |
| ПК-20 | способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций | |

Согласована на портале № 8390

| | | |
|---|---|---|
| | | автоматизации технологических процессов и производств с использованием конечно-мерных векторов, матриц функционалов и операторов и программной реализации данных алгоритмов с применением современных языков программирования и пакетов прикладных программ; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-18

ПК-18: способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений; классические методы (метод | формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках; использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, | навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин; навыками проектирования алгоритмов обработки |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке; новые методы решения задачи оценивания в новой постановке, основанные на использовании правых обратных матриц | предназначенные для решения задачи оценивания; оценивать погрешность вычисляемых оценок неизвестных величин с учетом погрешностей, содержащихся в экспериментальных измерениях оцениваемой величины | экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках; навыками использования пакетов прикладных программ, предназначенных для обработки результатов экспериментальных измерений исследуемых величин |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по практике;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по практике;<br>• Собеседование;<br>• Экзамен; | • Экзамен;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих случайные ошибки измерений ;<br>• классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке;<br>• новые методы | • формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках ;<br>• использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания;<br>• оценивать погрешность вычисляемых оценок неизвестных величин с учетом погрешностей, содержащихся в экспериментальных | • навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин ;<br>• навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках ;<br>• навыками использования пакетов прикладных программ, предназначенных для |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | решения задачи оценивания в новой постановке, основанные на использовании правых обратных матриц; | измерениях оцениваемой величины; | обработки результатов экспериментальных измерений исследуемых величин; |
| Хорошо (базовый уровень) | • классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих ;<br>• классические методы (метод наименьших квадратов, метод взвешенных средних и метод максимального правдоподобия) решения задачи оценивания в ее классической постановке; | • формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках ;<br>• использовать для решения задачи оценивания известные пакеты прикладных программ и отдельные подпрограммы, предназначенные для решения задачи оценивания; | • навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин ;<br>• навыками проектирования алгоритмов обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и их реализации на алгоритмических языках ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • классическую и новую постановки задачи оценивания неизвестных величин по результатам их непосредственных экспериментальных измерений, содержащих ; | • формулировать задачу оценивания неизвестных величин в классической и новой постановках ; | • навыками обработки экспериментальных измерений оцениваемых величин и оценивания погрешности вычисляемых оценок данных величин ; |

**2.2 Компетенция ПК-20**

ПК-20: способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов каким образом составлять описания выполненных исследований и | проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных | способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов способностью составлять описания выполненных |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций адекватно оценивать практические результаты экспериментальных исследований | обзоров и публикаций адекватно оценивать и интерпретировать результаты проведенных экспериментальных исследований | исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций навыками представления результатов экспериментальных исследований |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка к экзамену; | • Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Опрос на занятиях;<br>• Экзамен;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; | • Экзамен;<br>• Отчет по практике;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов ;<br>• каким образом составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций ;<br>• адекватно оценивать практические результаты экспериментальных исследований; | • проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов ;<br>• составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций ;<br>• адекватно оценивать и интерпретировать результаты проведенных экспериментальных исследований; | • способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов ;<br>• способностью составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций ;<br>• навыками представления результатов экспериментальных исследований; |
| Хорошо (базовый уровень) | • способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов;<br>• каким образом | • проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов;<br>• составлять описания выполненных | • способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; |

Согласована на портале № 8390

| | | | |
|---|---|---|---|
| | составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций ; | исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций; | • способностью составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • способы проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; | • проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; | • способами проведения экспериментальных исследований по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных 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 Вопросы на самоподготовку

– Вычисление собственных значений и собственных векторов вещественных матриц.
– Способы задания матричных норм линейных операторов, согласованных с нормами векторов
– Способы задания метрик на векторных пространствах и норм векторов
– Построение ортогональных и ортонормированных базисов линейных векторных пространств методом Грама-Шмидта
– Представления векторных пространств суммами, произведениями и прямыми суммами их подпространств
– Разложение векторов по неортогональному, ортогональному и ортонормированному базисам
– Основные операции над векторами и матрицами
– Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и проекционным методом
– Конечные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
– Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
– Проекционные методы решения систем линейных алгебраических уравнений
– Метод дихотомии решения нелинейных скалярных уравнений
– Методы касательных и секущих решения нелинейных скалярных уравнений
– Проработка лекционного материала

### 3.2 Вопросы на собеседование

– 1. Конечные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. 2. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.
– 1. Основные операции над векторами и матрицами. 2. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и проекционным методом
– 1. Проекционные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. 2. Метод дихотомии решения нелинейных скалярных уравнений 3. Методы касательных и секущих решения нелинейных скалярных уравнений.

### 3.3 Темы опросов на занятиях

– Примеры задач из профилирующих учебных дисциплин специальности 220700 и методов современной математики, используемых при их математических формулировках и решениях

Согласована на портале № 8390

– Причины и источники появления векторов в науке и технике. Геометрический и аксиоматический подходы к определению вектора. Размерность и компоненты вектора. Векторы-столбцы и векторы-строки. Декартова система координат. Взаимно однозначное соответствие между точками геометрической плоскости и трехмерного геометрического пространства и множествами двухмерных и трехмерных векторов. Отношение равенства между векторами и его основные свойства. Нулевой n-мерный вектор. Операции сложения векторов и умножения векторов на скаляр и их важнейшие свойства. Отношения между операциями сложения векторов и умножения их на скаляр. Противоположный вектор и разность двух векторов. Операции транспонирования векторов и их скалярного умножения и их основные свойства. Отношения между данными операциями и операциями сложения векторов и умножения их на скаляр. Длина и евклидова норма n-мерных векторов. Нормированный вектор и угол между n-мерными векторами. Системы n-мерных векторов и их важнейшие свойства и характеристики. Отношения ортогональности, линейной зависимости и линейной независимости n-мерных векторов, и их основные свойства. Линейные комбинации векторов. Нормированные, ортогональные и ортонормированные системы векторов. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов и их важнейшие свойства. Ранг системы векторов. Связи между отношениями ортогональности, линейной зависимости и линейно независимости n-мерных векторов.

– Некоторые сведения о системах линейных алгебраических уравнений и причины появления матриц в науке и технике. Определение и важнейшие характеристики прямоугольных матриц. Представление матрицы в виде таблицы, совокупности векторов-столбцов и векторов-строк. Ранги матрицы по столбцам и по строкам. Ранг прямоугольной матрицы. Матрицы полного и неполного ранга. Вырожденные и невырожденные матрицы. Столбцово и строчно вырожденные матрицы. Отношение равенства между матрицами и его основные свойства. Операции сложения матриц и умножения матриц на скаляр и их важнейшие свойства. Отношения между операциями сложения матриц и умножения их на скаляр. Операции умножения матриц на векторы-столбцы справа и векторы-строки слева и их основные свойства. Ядро и образ матрицы. Операция умножения и транспонирования прямоугольных матриц и их важнейшие свойства. Связи операции умножения матриц с операциями умножения матрицы на вектор-столбец справа и вектор-строку слева. Три представления произведения двух матриц. Отношения между операциями умножения и транспонирования матриц. Коммутативные и симметричные матрицы. Простейшие и обратные матрицы и их важнейшие свойства. Нулевая матрица. Единичная и скалярная матрицы. Диагональная матрица. Операция обращения матриц. Обратная матрица и условия ее существования. Основные свойства операции обращения матриц и ее отношения с операциями умножения и транспонирования матриц. Некоторые специальные матрицы и их важнейшие свойства. Идемпотентные матрицы. Ортогональные матрицы. Матрицы ортогонального проектирования векторов. Положительно определенные матрицы. Два определения положительно определенной матрицы и их эквивалентность. Блочные представления прямоугольных матриц и операции над блочными матрицами. Скелетные разложения прямоугольной матрицы. (M, N)-разложения прямоугольной матрицы. (Vm, Vn)-разложения прямоугольной матрицы. Применение перечисленных разложений прямоугольной матрицы при исследовании их свойств и решении систем линейных алгебраических уравнений.

– Определение математического пространства. Множество-носитель математического пространства. Совокупности отношений между элементами множества-носителя и операций над данными элементами. Возможности построения математических пространств с помощью задания конкретных множеств-носителей и совокупностей отношений между их элементами и операцией над данными элементами. Линейные пространства. Аксиоматическое определение линейного пространства и примеры конкретных линейных пространств, наиболее широко используемых в различных разделах математики и ее приложениях. Важнейшие свойства и характеристики линейных пространств. Система и подсистема элементов линейного пространства. Линейная комбинация элементов линейного пространства и ее коэффициенты. Линейно зависимые и линейно независимые системы элементов и их ранги. Базисы и размерности линейных пространств и разложения их элементов по заданному базису. Координаты разложения элементов линейного пространства по его базисам. Возможности сведения операций сложения элементов линейного пространства и умножения их на скаляр к операциям сложения и умножения

Согласована на портале № 8390

вещественных чисел. Подпространства линейных пространств и линейные оболочки их элементов. Определение и примеры подпространств. Тривиальные и нетривиальные подпространства линейного пространства. Определение и примеры линейных оболочек, натянутых на заданную систему элементов линейного пространства. Свойства и возможности использования линейных оболочек для задания различных подпространств линейного пространства. Сумма, пересечение и прямая сумма двух подпространств линейного пространства. Определения и примеры сумм, пересечений и прямых сумм двух подпространств линейного пространства. Основная теорема о прямой сумме подпространств линейного пространства. Теоретическое и прикладное значение линейных пространств.

– Определение произвольного гильбертова пространства с применением операции скалярного умножения элементов линейного пространства и их скалярного произведения. Три важнейших свойства операции скалярного умножения элементов линейного пространства и примеры гильбертовых пространств. Определение и способы задания евклидовых пространств. Обобщенные евклидовы пространства. Важнейшие свойства гильбертовых и евклидовых пространств. Первое и второе неравенства Коши-Буняковского. Неравенство Минковского. Нормы элементов гильбертовых и евклидовых пространств. Угол между элементами и ортогональность элементов данных пространств. Базисы гильбертовых и евклидовых пространств. Ортогональные и ортонормированные базисы гильбертовых и евклидовых пространств. Алгоритм Грама-Шмидта построения ортонормированных базисов гильбертовых и евклидовых пространств и их важнейшие свойства. Представление гильбертовых и евклидовых пространств в виде прямых сумм их подпространств. Подпространства и их ортогональные дополнения. Матрица Грама и определитель Грама. Важнейшие свойства определителя Грама. Использование определителя Грама в качестве количественной меры тесноты линейной зависимости

– Определение метрического пространства. Множество-носитель метрического пространства. Метризация множества-носителя метрического пространства и примеры метрических пространств. Некоторые проблемы и особенности метризации линейных пространств. Использование метрик для введения пределов и различных типов сходимости последовательностей элементов линейного пространства. Важнейшие понятия теории метрических пространств. Определение нормированного пространства. Примеры нормированных пространств. Связи между нормированными и метрическими пространствами. Произведения метрических и нормированных пространств.

– Определение оператора, его области задания и области значений. Однозначные и взаимно однозначные операторы. Обратный оператор. Примеры операторов. Линейные операторы, преобразующие евклидовы пространства и их связь с прямоугольными матрицами. Важнейшие свойства линейных операторов. Связи между матрицами линейных операторов и базисами отображаемых ими евклидовых пространств. Матрицы преобразования евклидова пространства и их основные свойства. Основные положения теории линейных операторов и теории матриц и их взаимосвязи. Простейшие (нулевой, тождественный, скалярный и диагональный) линейные операторы и их связи с простейшими матрицами. Ортогональный и проекционный операторы. Операторы ортогонального проектирования евклидовых пространств.

– Определение собственных значений и собственных векторов линейных операторов. Спектр линейного оператора. Важнейшие свойства собственных векторов. Характеристическое уравнение невырожденной матрицы и его инвариантность. Условия существования решений характеристического уравнения. Самосопряженные и симметричные линейные операторы. Метрические свойства и нормы линейных операторов. Непрерывность и ограниченность линейных операторов. Определение нормы линейного оператора. Согласованная и подчиненная нормы линейного оператора. Важнейшие свойства норм линейного оператора. Матричные нормы линейного оператора. Определение и примеры матричных норм линейного оператора. Сингулярные числа матрицы и ее спектральная норма.

### 3.4 Экзаменационные вопросы

– Определение собственных значений и собственных векторов линейных операторов. Спектр линейного оператора. Важнейшие свойства собственных векторов.

– Характеристическое уравнение невырожденной матрицы и его инвариантность. Условия существования решений характеристического уравнения. Самосопряженные и симметричные

Согласована на портале № 8390

линейные операторы.

– Метрические свойства и нормы линейных операторов. Непрерывность и ограниченность линейных операторов. Определение нормы линейного оператора. Согласованная и подчиненная нормы линейного оператора. Важнейшие свойства норм линейного оператора.

– Матричные нормы линейного оператора. Определение и примеры матричных норм линейного оператора. Сингулярные числа матрицы и ее спектральная норма.

### 3.5 Тематика практики

– Основные операции над векторами и матрицами

– Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса и проекционным методом

– Разложение векторов по неортогональному, ортогональному и ортонормированному базисам

– Построение ортогональных и ортонормированных базисов линейных векторных пространств методом Грама-Шмидта

– Представления векторных пространств суммами, произведениями и прямыми суммами их подпространств

– Способы задания метрик на векторных пространствах и норм векторов

– Способы задания матричных норм линейных операторов, согласованных с нормами векторов

– Вычисление собственных значений и собственных векторов вещественных матриц

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления: учебник – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектрониеи, 2011 г. – 180с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

### 4.2. Дополнительная литература

1. Крылов В.И., Бобков В.В., Монастырный П.И. Вычислительные методы высшей математики. Т. 1. – Минск: Вышэйшая школа, 1976. – 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

2. Березанский Ю.М., Ус Г.Ф., Шефтель З.Г. Функциональный анализ. Курс лекций. – К.: Выща школа, 1990. – 600 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

3. Светлаков А.А. Обобщенные обратные матрицы: некоторые вопросы теории и применения в задачах автоматизации управления процессами. - Томск: Издательство научно-технической литературы, 2003. – 388 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Лабораторный практикум по междисциплинарному курсу «Обобщенные обратные матрицы и их применение в задачах автоматизации технологических процессов и производств». – Томск: ТУСУР, 2010. – 147 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Карелин А.Е., Майстренко А.В., Светлаков А.А. Рекуррентная идентификация процессов и объектов и ее применение в построении адаптивных систем управления: учебник – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектрониеи, 2011 г. – 180с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

3. Учебное пособие по дисциплине Спецкурс (по практическим и лабораторным занятиям) для студентов специальности 15.03.04 - Автоматизация технологических процессов и производств. - Томск: ТУСУР. 2012 [Электронный ресурс]. -

Согласована на портале № 8390

**4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. не требуются

Согласована на портале № 8390