МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.03 Прикладная информатика**
Направленность (профиль) / специализация: **Прикладная информатика в экономике**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра автоматизированных систем управления (АСУ)**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	2	4	6	часов
Лабораторные занятия	4	6	10	часов
Самостоятельная работа	66	92	158	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	108	180 5	часов з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	8	
Контрольные работы	8	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 66436

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины является изучение теоретических методов и освоение практических навыков в использовании численных методов при решении различных математических задач.

1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение студентами прочных теоретических знаний в области численных методов решения задач поиска нулей функций одной переменной, решения систем линейных и нелинейных уравнений, вычисления собственных чисел и собственных векторов матриц, обращения матриц, интерполирования функций, численного дифференцирования и интегрирования функций, решения дифференциальных и интегральных уравнений.
2. Получение студентами практических навыков программной реализации изученных численных методов на различных языках высокого уровня.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.10.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 66436

ОПК-7. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения	ОПК-7.1. Знает методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий	Знает современные языки программирования, среды разработки программного обеспечения и специализированные пакеты для численного решения математических задач.
	ОПК-7.2. Умеет применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области информационных систем и технологий	Умеет строить алгоритмы реализации численных методов решения прикладных задач; разрабатывать программы, реализующие численные методы.
	ОПК-7.3. Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач	Владеет навыками написания, отладки и тестирования программ, реализующих численные методы, на языках высокого уровня и в специализированных математических пакетах.
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	18	6	12
Лекционные занятия	6	2	4
Лабораторные занятия	10	4	6
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	158	66	92
Подготовка к контрольной работе	34	18	16
Подготовка к тестированию	44	24	20
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	40	16	24
Написание отчета по лабораторной работе	20	8	12
Подготовка к зачету	20		20
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость (в часах)	180	72	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	2	3

5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 66436

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без зачета)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Погрешности вычислений	-	-	7	7	ОПК-7
2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	-	-	7	7	ОПК-7
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	1	2	19	22	ОПК-7
4 Численные методы решения задач линейной алгебры	1	2	19	22	ОПК-7
5 Вычисление собственных чисел и собственных векторов	-	-	7	7	ОПК-7
6 Решение систем нелинейных уравнений	-	-	7	7	ОПК-7
Итого за семестр	2	4	66	72	
8 семестр					
7 Приближение функций	1	2	23	28	ОПК-7
8 Численное дифференцирование функций	1	2	23	26	ОПК-7
9 Численное интегрирование функций	1	2	23	26	ОПК-7
10 Решение дифференциальных уравнений	1	-	11	12	ОПК-7
11 Решение интегральных уравнений	-	-	12	12	ОПК-7
Итого за семестр	4	6	92	102	
Итого	6	10	158	174	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Погрешности вычислений	Источники погрешностей. Понятие приближенного числа. Абсолютная и относительная погрешности. Верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных знаков числа. Погрешность суммы, разности, произведения, частного, степени. Общая формула для погрешности функции. Обратная задача теории погрешности	0	ОПК-7
	Итого	-	

Согласована на портале № 66436

2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	Постановка вычислительной задачи; обусловленность вычислительной задачи; корректность вычислительных алгоритмов; требования, предъявляемые к вычислительным алгоритмам	0	ОПК-7
	Итого	-	
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Локализация корней; обусловленность задачи вычисления корня. Методы нахождения корней: перебора, бисекции (метод дихотомии); метод Ньютона; модификации метода Ньютона (упрощенный метод Ньютона, хорд, секущих, метод Стефенсена); комбинированный метод; метод итераций. Обусловленность метода простой итерации и метода Ньютона; чувствительность к погрешностям	1	ОПК-7
	Итого	1	
4 Численные методы решения задач линейной алгебры	Постановка задачи. Нормы векторов и матриц; абсолютная и относительная погрешность векторов. Обусловленность задачи решения систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы решения СЛАУ: метод Гаусса (схема единственного деления, схема с выбором главного элемента по столбцу); связь метода Гаусса с LU-разложением матрицы. QR-алгоритм решения СЛАУ (метод вращений). Метод ортогонализации; метод Халецкого. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации, метод Зейделя. Сходимость итерационных процессов. Погрешности итерационных процессов. Решение переопределенной СЛАУ методом наименьших квадратов. Вычисление определителей: метод Гаусса, метод Халецкого. Вычисление обратной матрицы	1	ОПК-7
	Итого	1	
5 Вычисление собственных чисел и собственных векторов	Постановка задачи. Преобразование подобия. Локализация собственных значений. Обусловленность задачи вычисления собственных значений и собственных векторов. Степенной метод вычисления максимального собственного числа. QR-алгоритм вычисления собственных чисел. Метод обратных итераций вычисления собственных векторов	0	ОПК-7
	Итого	-	

Согласована на портале № 66436

6 Решение систем нелинейных уравнений	Постановка задачи; локализация корней; корректность и обусловленность задачи. Метод Ньютона; модифицированный метод Ньютона; упрощенный метод Ньютона. Метод итерации. Условия сходимости метода итераций. Градиентный метод	0	ОПК-7
	Итого	-	
	Итого за семестр	2	
8 семестр			
7 Приближение функций	Постановка задачи. Интерполяция обобщенными многочленами. Полиноминальная интерполяция, многочлен Лагранжа. Погрешность интерполяции. Минимизация погрешности. Интерполяционная формула Ньютона для равномерной сетки. Формула Ньютона для неравномерной сетки. Глобальная полиноминальная интерполяция. Чувствительность интерполяционного полинома к погрешностям входных данных. Интерполяция с помощью «скользящего» полинома. Кусочно-полиноминальная интерполяция. Преобразование Фурье, дискретное преобразование. Тригонометрическая интерполяция. Приближение сплайнами. Линейные, параболические, кубические сплайны. Ортогональные системы функций (показательные и тригонометрические функции)	1	ОПК-7
	Итого	1	
8 Численное дифференцирование функций	Постановка задачи. Простейшие формулы численного дифференцирования: вычисление первой производной, вычисление второй производной. Общий способ получения формул численного дифференцирования. Погрешности дифференцирования. Обусловленность формул численного дифференцирования	1	ОПК-7
	Итого	1	
9 Численное интегрирование функций	Понятие о квадратурных формулах. Формулы Ньютона-Котеса. Формулы трапеций, Симпсона, Гаусса, прямоугольников. Погрешность квадратурных формул. Обусловленность квадратурных формул. Правило Рунге оценки погрешности квадратурных формул	1	ОПК-7
	Итого	1	

Согласована на портале № 66436

10 Решение дифференциальных уравнений	Постановка задачи. Устойчивость решения задачи Коши: устойчивость на конечном отрезке, устойчивость по правой части. Численные методы решения задачи Коши (сетки и сеточные функции), дискретная задача Коши, явные и неявные методы, устойчивость). Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта, схемы 1, 2, 3 и 4 порядков точности. Решение систем дифференциальных уравнений. Решение уравнения n-го порядка	1	ОПК-7
	Итого	1	
11 Решение интегральных уравнений	Классификация линейных интегральных уравнений. Дискретизация интегрального уравнения второго рода. Решение интегральных уравнений 1-го рода. Регуляризация	0	ОПК-7
	Итого	-	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.
Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-7
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.
Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной интервальными и итерационными методами	2	ОПК-7
	Итого	2	
4 Численные методы решения задач линейной алгебры	Численные методы решения задач линейной алгебры точными и итерационными методами	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
8 семестр			

Согласована на портале № 66436

7 Приближение функций	Приближение сплайнами	2	ОПК-7
	Итого	2	
8 Численное дифференцирование функций	Приближение и численное дифференцирование функций полиномами Ньютона и Лагранжа	2	ОПК-7
	Итого	2	
9 Численное интегрирование функций	Численное интегрирование функций квадратурными формулами	2	ОПК-7
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
Итого		10	

5.5. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Погрешности вычислений	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Итого	7		
2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Итого	7		
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	19		

Согласована на портале № 66436

4 Численные методы решения задач линейной алгебры	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	19		
5 Вычисление собственных чисел и собственных векторов	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Итого	7		
6 Решение систем нелинейных уравнений	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Итого	7		
Итого за семестр		66		
8 семестр				
7 Приближение функций	Подготовка к зачету	4	ОПК-7	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	23		
8 Численное дифференцирование функций	Подготовка к зачету	4	ОПК-7	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	23		

Согласована на портале № 66436

9 Численное интегрирование функций	Подготовка к зачету	4	ОПК-7	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-7	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-7	Отчет по лабораторной работе
	Итого	23		
10 Решение дифференциальных уравнений	Подготовка к зачету	4	ОПК-7	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Итого	11		
11 Решение интегральных уравнений	Подготовка к зачету	4	ОПК-7	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-7	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		162		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-7	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Мицель А.А. Вычислительные методы. Учебное пособие. – Томск: В-Спектр, 2010. – 264 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Вычислительные методы: Учебное пособие / А. А. Мицель - 2013. 198 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4863.

Согласована на портале № 66436

7.2. Дополнительная литература

1. Мицель А.А. Практикум по численным методам. – Томск: ТУСУР, 2004. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 66 экз.).
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 636 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 130 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Вычислительная математика: Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Вычислительная математика» / В. В. Романенко - 2014. 103 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4867.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.
2. Электронная библиотека учебников Мех-Мата МГУ: http://poiskknig.ru.
3. Общероссийский математический портал: http://www.mathnet.ru.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 435 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочая станция Aquarius Pro P30S79 Intel Core i7/4 Гб;
- RAM/500Гб HDD/LAN (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;

Согласована на портале № 66436

- Кондиционер;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Code::Blocks;
- Free Pascal;
- IntelliJ;
- Java;
- Java SE Development Kit;
- Lazarus;
- LibreOffice;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- NetBeans IDE;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

Учебная вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 437 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочие станции: системный блок MB Asus P5B / CPU Intel Core 2 Duo 6400 2.13 GHz / 5Гб RAM DDR2 / 250Gb HDD / LAN (10 шт.);
- Монитор 19 Samsung 931BF (10 шт.);
- Видеокамера (2 шт.);
- Кондиционер (внешний блок);
- Кондиционер (внутренний блок);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Code::Blocks;
- Free Pascal;
- IntelliJ;
- Java;
- Java SE Development Kit;
- Lazarus;
- LibreOffice;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- NetBeans IDE;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

Учебная вычислительная лаборатория / Лаборатория ГПО "Мониторинг": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 438 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочие станции: системный блок MB Asus P5B / CPU Intel Core 2 Duo 6400 2.13 GHz / 5Гб RAM DDR2 / 250Gb HDD / LAN (10 шт.);

Согласована на портале № 66436

- Монитор 19 Samsung 931BF (10 шт.);
- Проектор ACER X125H DLP;
- Экран проектора;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Code::Blocks;
- Free Pascal;
- IntelliJ;
- Java;
- Java SE Development Kit;
- Lazarus;
- LibreOffice;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- NetBeans IDE;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

Учебная вычислительная лаборатория / Лаборатория ГПО "Алгоритм": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 439 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Рабочие станции Intel Celeron 1.7 (10 шт.);
- Проектор Acer X125H DLP;
- Экран проектора;
- Видеокамера (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Code::Blocks;
- Free Pascal;
- IntelliJ;
- Java;
- Java SE Development Kit;
- Lazarus;
- LibreOffice;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- NetBeans IDE;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

Учебная вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 401 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер Depo;
- Системный блок iRU Corp MT312 P G4620 3.7ГГц/4Гб RAM/500Гб;

Согласована на портале № 66436

- HDD/WiFi (15 шт.);
- Монитор BenQ GL2250 (15 шт.);
- Проектор Acer X125H DLP;
- Видеокамера (2 шт.);
- Точка доступа WiFi;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Code::Blocks;
- IntelliJ;
- Java;
- Java SE Development Kit;
- Lazarus;
- LibreOffice;
- Microsoft Visual Studio 2013 Professional;
- NetBeans IDE;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

Согласована на портале № 66436

людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Погрешности вычислений	ОПК-7	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Корректность вычислительных задач и алгоритмов	ОПК-7	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной	ОПК-7	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Численные методы решения задач линейной алгебры	ОПК-7	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Вычисление собственных чисел и собственных векторов	ОПК-7	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 66436

6 Решение систем нелинейных уравнений	ОПК-7	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Приближение функций	ОПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Численное дифференцирование функций	ОПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
9 Численное интегрирование функций	ОПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
10 Решение дифференциальных уравнений	ОПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 66436

11 Решение интегральных уравнений	ОПК-7	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.

Согласована на портале № 66436

4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какие методы решения уравнений с одной переменной имеют более высокую сходимость?
   а) Итерационные
   б) Интервальные
   в) Комбинированные
2. Какой метод решения уравнений с одной переменной из предложенных имеет линейную сходимость?
   а) Хорд
   б) Золотого сечения
   в) Упрощенный метод Ньютона
3. Какой метод решения уравнений с одной переменной из предложенных имеет суперлинейную сходимость?
   а) Дихотомии
   б) Золотого сечения
   в) Хорд
4. Какой метод решения уравнений с одной переменной из предложенных имеет квадратичную сходимость?
   а) Хорд
   б) Итераций
   в) Ньютона
   г) Упрощенный метод Ньютона
5. Какие производные равны нулю в точке, являющейся корнем уравнения с одной переменной кратности k?
   а) Все производные до порядка k включительно
   б) Все производные до порядка k–1 включительно
   в) Никакие, все производные, в общем случае, не равны нулю
6. Какие методы решения СЛАУ применяются для систем наибольшей размерности?
   а) Прямые
   б) Итерационные
   в) Вероятностные
7. Какой метод дает наиболее точное решение СЛАУ?
   а) Гаусса
   б) Прогонки
   в) Зейделя
   г) Итераций
   д) Монте-Карло
8. Какой метод решения задач линейной алгебры не связан с получением треугольных матриц?
   а) Гаусса
   б) Декомпозиции
   в) Халецкого
   г) Итераций
9. Какой метод позволяет найти определитель матрицы?

Согласована на портале № 66436

а) Халецкого
б) Зейделя
в) Монте-Карло

10. В пространстве какой размерности строится базис при поиске обратной матрицы порядка n методом ортогонализации?
    а) n
    б) n+1
    в) n*n
    г) 2n
11. Как называется полином, который проходит точно через узлы заданной сетки?
    а) Аппроксимирующий
    б) Интерполирующий
    в) Экстраполирующий
12. Как называется полином, который минимизирует отклонение от узлов заданной сетки?
    а) Аппроксимирующий
    б) Интерполирующий
    в) Минимизирующий
13. Полином какой степени можно интерполировать без погрешности полиномом Ньютона или Лагранжа на сетке из n точек?
    а) n–1
    б) n
    в) n+2
    г) 2n
14. Полиномом какой степени является слагаемое с индексом k полинома Ньютона порядка n?
    а) k–1
    б) k
    в) k+1
    г) n–1
    д) n
15. Полиномом какой степени является слагаемое с индексом k полинома Лагранжа порядка n?
    а) k–1
    б) k
    в) k+1
    г) n–1
    д) n
16. Какой способ интегрирования не рассматривается в численных методах?
    а) Квадратурные формулы
    б) Кубатурные формулы
    в) Метод Монте-Карло
    г) Аналитический метод
17. В каком методе численного интегрирования происходит выбор оптимальных узлов сетки?
    а) Центральных прямоугольников
    б) Чебышева
    в) Симпсона
18. С помощью какой формулы численного интегрирования невозможно получить точное значение определенного интеграла для кубической функции?
    а) Чебышева
    б) Гаусса
    в) Симпсона для неравномерной сетки
    г) Симпсона для равномерной сетки
19. Какая из представленных формул численного интегрирования наиболее точна?
    Центральных прямоугольников
    а) Трапеций
    б) Симпсона
    в) Чебышева

Согласована на портале № 66436

г) Гаусса

20. При использовании какого вида сетки можно добиться наибольшей точности вычисления определенного интеграла?
    а) Динамическая
    б) Равномерная
    в) Неравномерная

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Какая цифра называется значащей в десятичном изображении приближенного числа?
   а) отличная от нуля
   б) отличная от нуля, и нуль, если он содержится между значащими цифрами или является представителем сохраненного десятичного разряда
   в) отличная от нуля, и нуль, если он содержится между значащими цифрами
   г) отличная от нуля, и нуль, если он является представителем сохраненного десятичного разряда
2. Что понимают под вычислительной задачей при анализе математических моделей?
   а) прямую задачу и обратную задачу
   б) прямую задачу и задачу идентификации
   в) обратную задачу и задачу идентификации
   г) одну из трех задач: прямую задачу, обратную задачу и задачу идентификации
3. При выполнении какого условия на отрезке [a,b] существует хотя бы один корень уравнения f(x)=0?
   а) $f(a)\cdot(b)>0$
   б) $f'(a)\cdot f'(b)>0$
   в) $f'(a)\cdot f'(b)<0$
   г) $f(a)\cdot f(b)<0$
4. Какое отношение выполняется для относительного числа обусловленности матрицы A?
   а) $cond(A)\geq 1$
   б) $cond(A)>1$
   в) $cond(A)\leq 1$
   г) $cond(A)<1$
5. Что такое собственные числа матрицы?
   а) элементы главной диагонали
   б) значения угловых миноров матрицы
   в) корни характеристического уравнения
6. Из чего состоят элементы матрицы Якоби порядка n?
   а) вторых частных производных функции n переменных
   б) первых частных производных функции n переменных
   в) первых частных производных функции (n-1) переменных
7. Чем заменяют функцию f(x) при ее приближении на интервале [a,b]?
   а) другой функцией g(x)
   б) другой функцией g(x), близкой к исходной функции f(x)
   в) другой функцией g(x), похожей на исходную функцию f(x)
8. В каких случаях прибегают к численному дифференцированию?
   а) когда функцию невозможно или трудно продифференцировать аналитически
   б) когда функция задана в виде таблицы
   в) при решении дифференциальных уравнений при помощи разностных методов
   г) при решении нелинейных уравнений
   д) при поиске точек экстремума функций
   е) при решении линейных уравнений
9. В каких случаях используется численное интегрирование?
   а) первообразная не может быть найдена с помощью элементарных функций
   б) первообразная является слишком сложной
   в) подынтегральная функция задана таблично
   г) подынтегральная функция не существует
10. Что позволяют выполнить численные методы решения обыкновенных ДУ?
    а) выразить решение ДУ через элементарные функции

Согласована на портале № 66436

б) вычислять приближенные значения искомого решения на некоторой сетке значений аргумента
в) получить решение как предел некоторой последовательности, выражаемой через элементарные функции или при помощи квадратур

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Какой результат получится, если округлить число x = 5,31507 до двух значащих цифр?
   а) 5,31
   б) 5,32
   в) 5,3
   г) 5,315
2. Какой результат получится, если округлить число x = 46571,579 до двух значащих цифр?
   а) 46571,57
   б) 46571,58
   в) 46600
   г) 47000
3. Даны приближенные числа: x1=13,456; x2=567,234; x3=123,508 и их абсолютные погрешности: Δ1=0,03; Δ2=0,2; Δ3=0,01. Какой величины не превысит абсолютная погрешность алгебраической суммы этих чисел?
   а) 0,2
   б) 0,24
   в) 0,3
   г) 0,35
4. При каких значениях аргумента x задача вычисления функции y=ln(x) обладает плохой обусловленностью?
   а) 0
   б) 1
   в) e
   г) 0,001
5. Сколько итераций (шагов) n потребуется выполнить методом перебора, чтобы найти с точностью ε=0,05 корень на отрезке [0,1]?
   а) 20
   б) 40
   в) 50
   г) 100
6. Сколько итераций (шагов) n потребуется выполнить методом дихотомии, чтобы найти с точностью ε=0,05 корень на отрезке [0,1]?
   а) 20
   б) 5
   в) 4
   г) 3
7. Чему равна максимальная норма единичной матрицы размерности 4×4?
   а) 0
   б) 1
   в) 2
   г) 4
8. Чему равны собственные числа единичной матрицы порядка 3?
   а) 0
   б) 1
   в) 3
   г) 1/3
9. Чему равны радиусы кругов Гершгорина матрицы порядка 4?
   а) 0
   б) 1
   в) 4
   г) 0,25
10. Как будет выглядеть полином Ньютона максимально возможной степени для вычисления

Согласована на портале № 66436

суммы кубов чисел от 1 до n?
а) 1+8(n-1)+9(n-1)(n-2)+3(n-1)(n-2)(n-3)
б) 1+8(n-1)+9,5(n-1)(n-2)+3(n-1)(n-2)(n-3)+0,25(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)
в) 1+9(n-1)+8(n-1)(n-2)+(4/3)(n-1)(n-2)(n-3)
г) 1+9(n-1)+8,5(n-1)(n-2)+(4/3)(n-1)(n-2)(n-3)+0,25(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Приближенное решение нелинейных уравнений с одной переменной интервальными и итерационными методами
2. Численные методы решения задач линейной алгебры точными и итерационными методами
3. Приближение сплайнами
4. Приближение и численное дифференцирование функций полиномами Ньютона и Лагранжа
5. Численное интегрирование функций квадратурными формулами

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 66436

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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 66436

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АСУ
протокол № 10 от «15» 10 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191
Заведующий обеспечивающей каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. АСУ	А.И. Исакова	Согласовано, 79bf1038-9d22-4279-a1e8-7806307b7f82
Заведующий кафедрой, каф. АСУ	В.В. Романенко	Согласовано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191

РАЗРАБОТАНО:

Заведующий кафедрой, каф. АСУ	В.В. Романенко	Разработано, c3e2018f-3231-48c3-b093-89b6f5342191

Согласована на портале № 66436