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

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Направление подготовки / специальность: **11.04.02** Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Направленность (профиль) / специализация: Системы беспроводной связи и Интернета вещей

Форма обучения: очная

Факультет: Радиотехнический факультет (РТФ)

Кафедра: Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

Курс: **2** Семестр: **3**

Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	18	18	часов
Самостоятельная работа	162	162	часов
Общая трудоемкость	216	216	часов
(включая промежуточную аттестацию)	6	6	3.e.

	Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой		3

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

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

- 1. Целями освоения дисциплины «Вычислительная линейная алгебра» являются углубленное изучение линейной алгебры.
- 2. Теоретическая и практическая подготовка магистрантов в области методов и алгоритмов вычислительной алгебры.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение методов и алгоритмов числовой линейной алгебры для решения практических задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: ФТД. Факультативные дисциплины.

Индекс дисциплины: ФТД.02.

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 ког	мпетенции					
-	-	-					
	Общепрофессиональные компетенции						
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы, основы математического моделирования и законы логики ОПК-1.2. Умеет выявлять и формулировать проблемы и противоречия на естественнонаучном уровне, формулировать пути их решения, применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ОПК-1.3. Владеет навыками использования системного подхода для решения задач профильной предметной области	Знает основные методы и алгоритмы вычислительной алгебры в анализе данных и машинном обучении Умеет применять базовое исчисление и основные правила линейной алгебры при программировании процессов прикладного					
	Профессиональные к	Сомпетенции					
-	-	-					
		<u> </u>					

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 6 зачетных единиц, 216 академических часов. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Development was great to a great	Всего	Семестры
Виды учебной деятельности	часов	3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная	162	162
внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего		
Подготовка к зачету с оценкой	40	40
Подготовка к тестированию	40	40
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	62	62
Написание отчета по лабораторной работе	20	20
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

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

таолица 3.1—т азделы (темы) дисциплины и виды учеоной деятельности					1	
Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
		3 сем	естр			
1 Введение. Основные понятия	4	-	-	20	24	ОПК-1
вычислительной алгебры.						
2 Разложение по сингулярным	4	4	6	50	64	ОПК-1
значениям (SVD) и их						
применение.						
3 Матричное пространство	6	6	-	20	32	ОПК-1
4 Численные методы	4	8	12	72	96	ОПК-1
Итого за семестр	18	18	18	162	216	
Итого	18	18	18	162	216	

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	Содержани	•	в (тем) дисципл пекциям)	ины (в	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
3 семестр							

1 Введение. Основные понятия вычислительной алгебры.	Характеристика изучаемых численных методов и инструментальных средств: векторные и матричные нормы, скалярное произведение, числовая сложность алгоритмов, представление числовых значений в компьютере, числовая устойчивость.	4	ОПК-1
	Основное программное обеспечение NLA: библиотеки численного моделирования BLAS, LAPACK, MKL		
	Итого	4	
2 Разложение по сингулярным значениям (SVD) и их применение.	Сингулярное разложение (SVD), доказательство существования SVD, теорема Эккарта-Янга и ключевые свойства. Приложения SVD: метод главных компонент, рекомендательные системы, метод машинного обучения word2vec, интегральные уравнения	4	ОПК-1
	Итого	4	
3 Матричное пространство	Факторизация матриц (LU) и ее связь с гауссовой элиминацией, разложение Холеского. Ортогональные матрицы (QR-разложение), матрица Гивенса. Разложение Шура и его особенности. Применение матричных разложений для решения линейных систем среднего масштаба и задач собственных значений.	4	ОПК-1
	Разреженные матрицы. Степенная итерация, Алгоритм PageRank. Подпространство Крылова. Алгоритмы собственных значений (итерация Арнольди, алгоритм Ланцоша, метод Якоби-Дэвидсона и уравнения коррекции в электронно-структурных расчетах)	2	ОПК-1
	Итого	6	
4 Численные методы	Метод наименьших квадратов. Итеративные методы для масштабных разреженных собственных задач Итеративные методы крупномасштабных линейных систем (СЛАУ). Метод конечных разностей. Метод конечных элементов.	4	ОПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3. Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

· ·	•	'		ı
Названия разделов	Наименование практических занятий	Трудоемкость,	Формируемые	ĺ
rus, in the second			- opp)	ĺ
(тем) дисциплины	(семинаров)	Ч	компетенции	ĺ
()	(**************************************	_		ĺ

	3 семестр		
2 Разложение по	Практическое применение сингулярного разложения: Сингулярные базисы и	4	ОПК-1
сингулярным значениям (SVD) и	1-		
	сингулярные числа матрицы.		
их применение.	Итого	4	
3 Матричное	Методы крыловского подпространства:	4	ОПК-1
пространство	Обобщенный метод минимальных		
	невязок (GMRES). Стабилизированный		
	метод бисопряжённых градиентов.		
	Сопряжённый градиент (СС)		
	Быстрое преобразование Фурье	2	ОПК-1
	(FFT):Матрица Теплица, циркулянтная		
	матрица,		
	Итого	6	
4 Численные	Программная реализация метода	4	ОПК-1
методы	конечных разностей с		
	использованием пакетов прикладных		
	программ.		
	Программная реализация метода	4	ОПК-1
	конечных элементов с		
	использованием пакетов прикладных		
	программ		
	Итого	8	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

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
	3 семестр		
2 Разложение по сингулярным значениям (SVD) и их применение.	Сингулярное разложение. Примеры решения типовых задач. Особенности программной реализации с использованием пакетов прикладных программ	6	ОПК-1
	Итого	6	

4 Численные методы	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Особенности программной реализации с использованием пакетов прикладных	4	ОПК-1
	программ Метод моментов. Примеры решения типовых задач. Особенности программной реализации с использованием пакетов прикладных программ	4	ОПК-1
	Особенности метода конечных элементов и его реализации с использованием пакетов прикладных программ.	4	ОПК-1
	Итого	12	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции вания разлелов Вилы самостоятельной Трудоемкость Формируемые

Названия разделов	Виды самостоятельной	Трудоемкость,	Формируемые	Формы контроля
(тем) дисциплины	работы	Ч	компетенции	Формы контроли
	3	семестр		
1 Введение.	Подготовка к зачету с	10	ОПК-1	Зачёт с оценкой
Основные понятия	оценкой			
вычислительной	Подготовка к	10	ОПК-1	Тестирование
алгебры.	тестированию			
	Итого	20		
2 Разложение по сингулярным	Подготовка к зачету с оценкой	10	ОПК-1	Зачёт с оценкой
значениям (SVD) и их применение.	Подготовка к тестированию	10	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	20	ОПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	10	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	50		
3 Матричное пространство	Подготовка к зачету с оценкой	10	ОПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	10	ОПК-1	Тестирование
	Итого	20		

4 Численные методы	Подготовка к зачету с оценкой	10	ОПК-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	10	ОПК-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	42	ОПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	10	ОПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	72		
	Итого за семестр	162		
	Итого	162		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формануранда	Вид	ы учебной	деятельн	ости	
Формируемые компетенции	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	Формы контроля
ОПК-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
	3	в семестр		
Зачёт с оценкой	0	0	10	10
Лабораторная работа	10	10	10	30
Тестирование	10	10	10	30
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Итого максимум за	30	30	40	100
период				
Нарастающим итогом	30	60	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
\geq 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5

От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ЕСТЅ)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	А (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	В (очень хорошо)
	75 – 84	С (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

- 1. Волков, Е. А. Численные методы: учебное пособие для вузов / Е. А. Волков. 6-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 252 с. ISBN 978-5-8114-7899-6. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167179.
- 2. Фаддеев, Д. К. Вычислительные методы линейной алгебры: учебник / Д. К. Фаддеев, В. Н. Фаддеева. 4-е изд.,стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 736 с. ISBN 978-5-8114-0317-2. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/210368.

7.2. Дополнительная литература

- 1. Вычислительные методы: Учебное пособие / А. А. Мицель 2013. 198 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4863.
- 2. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация: учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 292 с. ISBN 978-5-8114-9551-1. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/200447.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

- 1. Вычислительная математика: Методические указания по самостоятельной работе / В. Г. Баранник, Е. В. Истигечева 2014. 11 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5369.
- 2. Вычислительная математика: Методические рекомендации к лабораторным работам / В. Г. Баранник, Е. В. Истигечева 2014. 77 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5363.
- 3. Вычислительная математика: Учебное пособие / В. Г. Баранник, Е. В. Истигечева 2014. 83 с. [Электронный ресурс]: Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5592.

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.

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 практических занятий

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского 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. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Algorithm Builder;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Microsoft Windows 8.1;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Ot Framework (Open Source):
- Ques;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория "Цифровая связь": учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского 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. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Algorithm Builder;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010 и ниже;
- Microsoft Windows 8.1;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Qt Framework (Open Source);
- Ques;

8.4. 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, 201 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.

8.5. 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 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 (OM)
1 Введение. Основные понятия вычислительной	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
алгебры.		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Разложение по сингулярным значениям (SVD) и их	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
применение.		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Матричное пространство	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Численные методы	ОПК-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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	< 60% от	отсутствие знаний	отсутствие	отсутствие
(неудовлетворительно)	максимальной	или фрагментарные	умений или	навыков или
	суммы баллов	знания	частично	фрагментарные
			освоенное	применение
			умение	навыков
3	от 60% до	общие, но не	в целом успешно,	в целом
(удовлетворительно)	69% от	структурированные	но не	успешное, но не
	максимальной	знания	систематически	систематическое
	суммы баллов		осуществляемое	применение
			умение	навыков

4 (хорошо)	от 70% до	сформированные,	в целом	в целом
	89% от	но содержащие	успешное, но	успешное, но
	максимальной	отдельные	содержащие	содержащие
	суммы баллов	проблемы знания	отдельные	отдельные
			пробелы умение	пробелы
				применение
				навыков
5 (отлично)	≥ 90% ot	сформированные	сформированное	успешное и
	максимальной	систематические	умение	систематическое
	суммы баллов	знания		применение
				навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3. Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

· ·	ала комплекснои оценки сформированности компетенции
Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале
(неудовлетворительно)	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	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает
(удовлетворительно)	изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно
	воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых
	действиях.
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. Вычислительные затраты итерационных методов решения СЛАУ пропорциональны: $a N^3$; $6 N^2$; $B Nit^*N^3$; $r Nit^*N^2$;
- 2. Какой численный метод использует поверхностную дискретизацию: а метод моментов; б метод конечных разностей; в метод конечных элементов.
- 3. Как влияет плохая обусловленность матрицы СЛАУ на число итераций при итерационном решении СЛАУ: а число итераций увеличивается; б число итераций уменьшается; в никак не влияет.
- 4. Какой тип конечно-разностной аппроксимации характеризуется меньшей погрешностью: а правосторонняя; б центральная; в левосторонняя.
- 5. Какой тип весовых (пробных) функций используется в методе коллокаций: а дельта функции Дирака; б кусочно-постоянные; в кусочно-линейные; г кусочносиносоидальные.
- 6. К какому типу матрицы СЛАУ сводится использование метода конечных элементов: а плотная; б разреженная; в диагональная.
- 7. К какому типу матрицы СЛАУ сводится использование метода моментов: а плотная; б

- разреженная; в ленточная. Назовите тип весовых (пробных) функций в методе Галеркина: а дельта функции Дирака; б кусочно-постоянные; в кусочно-линейные; г кусочно-синосоидальные; д совпадают с выбранными базисными функциями.
- 8. Для чего используется красно-черное упорядочивание в методе конечных разностей: а для параллельной реализации; б для уменьшения затрат машинной памяти; в для формирования разреженной матрицы.
- 9. Каково общее число узлов сетки для вычисления напряженности поля по сравнению с числом узлов сетки для вычисления потенциалов в методе конечных разностей: а совпадает; б на единицу меньше; в на единицу больше.
- 10. Укажите тип уравнения, которое имеет нулевую правую часть : а Пуассона; б Лапласа: в Гельмгольца.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

- 1. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных.
- 2. Конечно-разностная аппроксимация.
- 3. Повышение точности конечно-разностной аппроксимации при использовании разложения в ряд Тейлора.
- 4. Метод конечных разностей: вычислительные шаблоны.
- 5. Сингулярное разложение (SVD), доказательство существования SVD.
- 6. Теорема Эккарта-Янга и ее ключевые свойства.

9.1.3. Темы лабораторных работ

- 1. Сингулярное разложение. Примеры решения типовых задач. Особенности программной реализации с использованием пакетов прикладных программ
- 2. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Особенности программной реализации с использованием пакетов прикладных программ
- 3. Метод моментов. Примеры решения типовых задач. Особенности программной реализации с использованием пакетов прикладных программ
- 4. Особенности метода конечных элементов и его реализации с использованием пакетов прикладных программ.

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

эсэмежнестими эдеревы и швышдев			
Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения	
С нарушениями слуха	Тесты, письменные	Преимущественно письменная	
	самостоятельные работы, вопросы	проверка	
	к зачету, контрольные работы		
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к	Преимущественно устная	
	зачету, опрос по терминам	проверка (индивидуально)	
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно	
двигательного аппарата	контрольные работы, письменные	дистанционными методами	
	самостоятельные работы, вопросы		
	к зачету		
С ограничениями по	Тесты, письменные	Преимущественно проверка	
общемедицинским	самостоятельные работы, вопросы	методами, определяющимися	
показаниям	к зачету, контрольные работы,	исходя из состояния	
	устные ответы	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 процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.		

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР протокол № 3 от «26 » 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645- a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645- a26c-4b95ce5bb9b9
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a- 845d-9ce7670b004c
ЭКСПЕРТЫ:		
Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b- bd1a-f43585db8135
Доцент, каф. ТОР	Д.А. Покаместов	Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218- 8302-48c017e45ea9
РАЗРАБОТАНО:		
Доцент, каф. ТОР	К.Ю. Попова	Разработано, a993ba93-27bf-4cae- 844c-b4909c1fac71