

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский



\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Основы численных методов линейной алгебры

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Даутов Р.З. (кафедра вычислительной математики, отделение прикладной математики и информатики), Rafail.Dautov@gmail.com

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4	Способен разрабатывать и использовать современные методы и программные средства информационно-коммуникационных технологий
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия, приемы и методы вычислительной математики

Должен уметь:

- применять численные методы для решения систем линейных уравнений
- применять численные методы для решения проблемы собственных значений
- применять численные методы для решения нелинейных уравнений
- применять численные методы для решения систем нелинейных уравнений

Должен владеть:

математическим аппаратом решения задач линейной алгебры.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания в своей профессиональной деятельности.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.20 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.04 "Прикладная математика (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 2 курсе в 3, 4 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 0 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 108 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 126 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре; экзамен в 4 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Тема 1. Основы программирования					

в MatLab

---

3	0	0	14	6
---	---	---	----	---

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Источники систем линейных алгебраических уравнений	3	0	0	6	2
3.	Тема 3. Метод Гаусса	3	0	0	6	4
4.	Тема 4. Факторизация матриц	3	0	0	12	2
5.	Тема 5. Разреженные системы линейных алгебраических уравнений	3	0	0	8	2
6.	Тема 6. Чувствительность систем линейных алгебраических уравнений к ошибкам данных	3	0	0	8	2
7.	Тема 7. Общие системы линейных алгебраических уравнений	4	0	0	8	15
8.	Тема 8. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	4	0	0	16	24
9.	Тема 9. Выбор параметров итерационных методов	4	0	0	8	12
10.	Тема 10. Итерационные методы вариационного типа.	4	0	0	8	21
11.	Тема 11. Алгебраическая проблема собственных значений	4	0	0	6	18
12.	Тема 12. Решение полной проблемы собственных значений	4	0	0	8	18
	Итого		0	0	108	126

## 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1. Основы программирования в MatLab

m-файлы. Операторы if, for, while Скрипты и функции. Векторизованные функции. Структура проекта и обмен данными между функциями. Сохранение данных в бинарных и текстовых файлах (save, load, fprintf). Двумерная графика (plot). Экспорт графики. Элементарные математические функции (векторизованные, abs, sin, log, ...). p-Нормы векторов и их вычисление.

### Тема 2. Источники систем линейных алгебраических уравнений

Итерационные методы решения системы нелинейных уравнений.

Задачи приближения функций. Задача Коши для системы линейных дифференциальных уравнений. Интегральные уравнения.

Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Краевые задачи для дифференциальных уравнений в частных производных

### Тема 3. Метод Гаусса

Метод исключения Гаусса. Трудоемкость. Условия осуществимости. Матрицы с диагональным доминированием по строкам и/или столбцам. Положительно определенные матрицы. Матричная формулировка метода исключения Гаусса.

Метод исключения Гаусса с выбором ведущего элемента. Программирование в MatLab с выбором ведущего элемента по столбцу. Вычисление определителя; Решение тестовых задач, сравнение с соответствующими функциями MatLab.

#### **Тема 4. Факторизация матриц**

Разложение Холецкого. MatLab-функции lu, chol. Программирование методов. Решение тестовых СЛАУ из библиотеки gallery разной размерности, измерение погрешности и времени решения, сравнение алгоритмов между собой и с MatLab решением ( $x=A\backslash b$ ). Матрицы отражения и их свойства. Метод отражения. QR разложение матриц.

#### **Тема 5. Разреженные системы линейных алгебраических уравнений**

О разреженных матрицах (PM). Примеры: ленточная матрица; разреженная матрица, полученная из 3-х диагональной симметричными перестановками. Компактное хранение и изображение PM в MatLab. Обзор библиотеки Sparse Matrices. Создание случайных тестовых матриц (sprand, sprandn, sprandsym). Функция sparse. Создание диагональных матриц (spdiags, gallery('tridiag',c,d,e)). Функции факторизации (lu, chol). Решение симметричных и несимметричных тестовых разреженных систем большой размерности командой  $x=A\backslash b$  (матрицы sprand, wathen из gallery, из delsq,). Решение систем с одной матрицей и разными правыми частями

#### **Тема 6. Чувствительность систем линейных алгебраических уравнений к ошибкам данных**

Нормы векторов и матриц. Подчиненные нормы матрицы. Вычисление норм 1, 2 и  $\infty$  матрицы. Функции norm, normest. Оценки чувствительности СЛАУ. Понятие об обусловленности СЛАУ. MatLab-функции cond, condest. Вычисление обусловленности конкретных матриц (hilb, gallery('minij',n,?)) и экспериментальная проверка оценок устойчивости.

#### **Тема 7. Общие системы линейных алгебраических уравнений**

Системы линейных алгебраических уравнений с квадратными и прямоугольными матрицами: недоопределенные и переопределенные системы. Условия разрешимости общих систем линейных алгебраических уравнений. Псевдорешение систем линейных алгебраических уравнений. Метод регуляризации Тихонова решения вырожденных системы линейных алгебраических уравнений.

#### **Тема 8. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений**

Понятие об итерационных методах для систем линейных алгебраических уравнений. Канонический вид двухслойных итерационных методов. Критерии сходимости.

Методы Якоби, Зейделя и их сходимость. Программирование метода Якоби, решение тестовых задач. Измерение погрешности и времени решения (количества итераций). Метод релаксации.

#### **Тема 9. Выбор параметров итерационных методов**

Оптимальный параметр метода Рундсона ( $B=E, A=A^T>0$ ). Выбор оптимального параметра в общем случае ( $B=B^T>0$ ). Программная реализация двухслойного метода. Экспериментальная проверка выбора  $B=\text{diag}(A)$  и оптимального параметра при решении интегрального уравнения Фредгольма 2-го рода с симметричным положительным факторизованным ядром. О способах выбора матрицы предобуславливания  $B$  ( $B=\text{diag}(A)$ , неполное LU разложение).

#### **Тема 10. Итерационные методы вариационного типа.**

Сведение СЛАУ к задаче минимизации. Градиентные методы. Метод минимальных невязок. Метод минимальных поправок. Метод наискорейшего спуска (МНС). Сходимость МНС. МНС с предобуславливанием. Программная реализация МНС. Функции minres, symmlq. Решение тестовых задач при различном выборе предобуславливателя и оценка эффективности. Понятие о методе сопряженных градиентов. Расчетные формулы, программная реализация. Функции rsg и gmres.

#### **Тема 11. Алгебраическая проблема собственных значений**

Основные сведения. Характеристический многочлен, собственные подпространства, алгебраическая и геометрическая кратности собственных чисел. Частичная проблема. Степенной метод определения максимального по модулю собственного числа. Сходимость. Определение следующих по порядку собственных чисел. Обратные итерации с постоянным сдвигом. Программная реализация методов. Сравнение теоретических и экспериментально полученных оценок скорости сходимости. Решение тестовых задач. Понятие о QR-методе (для симметричных матриц). Решение тестовых задач. Функции eig и eigs.

## **Тема 12. Решение полной проблемы собственных значений**

Полная проблема собственных значений: определение всех собственных чисел квадратных матриц; определение всех собственных векторов квадратных матриц; определение всех собственных чисел и векторов квадратных матриц. Метод Якоби определение всех собственных чисел и векторов квадратных матриц. Сходимость метода Якоби. Программная реализация метода Якоби.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Естественно-научный портал - <http://en.edu.ru/>

ЭБС - <http://e.lanbook.com/>

ЭБС - [http://znanium.com./](http://znanium.com/)

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Естественно-научный портал - <http://en.edu.ru/>

Сайт образовательных ресурсов по математике - <http://www.exponenta.ru/>

Справочник по компьютерной математике - <http://www.users.kaluga.ru/math/>

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	<p>Теоретический материал излагается на занятиях. Причем конспект лекций, который остается у студента в результате прослушивания лекции не может заменить учебник. Его цель - формулировка основных утверждений и определений. Прослушав материал, полезно ознакомиться с более подробным изложением материала в учебнике. Список литературы разделен на две категории: необходимый для сдачи зачета и экзамена минимум и дополнительная литература.</p> <p>Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов дисциплины 'Основы численных методов линейной алгебры' на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать частные утверждения.</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы. Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к зачету и экзамену.</p>
зачет	<p>При подготовке к сдаче зачета весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно при подготовке к зачету.</p>
экзамен	<p>При подготовке к сдаче экзамена весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно при подготовке к экзамену.</p>

### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.



Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Компьютерный класс.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.04 "Прикладная математика" и профилю подготовки "не предусмотрено".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.20 Основы численных методов линейной алгебры

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Квасов. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 328 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71713>
2. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 672 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190>
3. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 639 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70767>
4. Бахвалов, Н.С. Численные методы. Решения задач и упражнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.С. Бахвалов, А.А. Корнев, Е.В. Чижонков. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. - 355 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90239>

**Дополнительная литература:**

1. Фаддеев, Д.К. Вычислительные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебник / Д.К. Фаддеев, В.Н. Фаддеева. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2009. - 736 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/400>
2. Шевцов, Г.С. Численные методы линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.С. Шевцов, О.Г. Крюкова, Б.И. Мызникова. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2011. - 496 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1800>
3. Глазырина Л. Л.. Введение в численные методы: учебное пособие / Л.Л. Глазырина, М. М. Карчевский; Казан. федер. ун-т.-Казань: Казанский университет, 2012. - 121, [1] с. - Режим доступа: [http://repository.kpfu.ru/?p\\_id=47327](http://repository.kpfu.ru/?p_id=47327)
4. Введение в численные методы в задачах и упражнениях: Учебное пособие / А.В. Гулин и др. - М.: АРГАМАК-МЕДИА: ИНФРА-М, 2014. - 368 с. - (Прикладная математика, информатика, информационные технологии). ISBN 978-5-00024-012-0 Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=454592>

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.О.20 Основы численных методов линейной алгебры

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.04 - Прикладная математика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.