МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АЛГЕБРА И ГЕОМЕТРИЯ

Уровень основной образовательной программы бакалавриат

Направление(я) подготовки (специальность) 09.03.04 «Программная инженерия»

Форма обучения заочная

Факультет ЗиВФ (заочный и вечерний факультет)

Кафедра АОИ (кафедра автоматизации обработки информации)

Курс 1 **Семестр 1, 2**

Учебный план набора 2012 года.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Всего	Единицы
1.	Лекции	8		8	часов
2.	Практические занятия	16	6	22	часов
3.	Всего аудиторных занятий	24	6	30	часов
4.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	84	93	177	часов
5.	Всего (без экзамена)	108	99	207	часов
6.	Подготовка и сдача экзамена / зачета		9	9	часов
7.	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
	(в зачетных единицах)	3	3	6	ЗЕТ

Контрольные работы: 2 семестр - 2

Зачет не предусмотрено **Диф. зачет** не предусмотрено

Экзамен 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16362

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 289 от « 23 » 1 2017 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденного 12.03.2015г, № 229

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «23» января 2017 года протокол № 289

Разработчики доцент кафедры математики _____ Ельцова Т.А.

Зав. кафедрой кафедры математики _____ Магазинникова А.Л.

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

Декан ЗиВФ_____ Осипов И.В.

Зав. профилирующей и выпускающей
кафедрой АОИ. _____ Ехлаков Ю.П.

Эксперты:
профессор кафедры
математики ТУСУР _____ Ельцов А.А.

методист кафедры
АОИ ТУСУР _____ Коновалова Н.В.

Согласована на портале № 16362

1. Цели и задачи дисциплины: целью курса алгебры и геометрии является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний в области современной алгебры и геометрии, необходимых для использования в других математических дисциплинах, а также в решении различных прикладных задач. Во время обучения студент должен изучить: векторную алгебру и аналитическую геометрию, основы теории матриц и систем линейных уравнений; основы линейной алгебры, включая линейные пространства, евклидовы пространства, линейные операторы, квадратичные формы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП: алгебра и геометрия относится к базовой части дисциплин (Б1.Б.6). Для изучения курса алгебры и геометрии необходимо твердое знание студентами базового курса математики средней школы. Данный курс призван дать студентам математический аппарат, который будет использоваться в дальнейшем при изучении дисциплин базового цикла, а также при изучении дисциплин профессионального цикла, в учебно-исследовательской и научно-исследовательской работе.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:
процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ПК-12 «Способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования».

В результате изучения дисциплины студент должен:
Знать: основные понятия векторной алгебры и аналитической геометрии, линейной алгебры и общей алгебры, использующихся при изучений общетеоретических и специальных дисциплин и в инженерной практике
Уметь: применять математические методы и вычислительные алгоритмы для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой.
Владеть: методами решения задач алгебры и геометрии, необходимых в дальнейшем при построении математических моделей и профессиональных задач.

Согласована на портале № 16362

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет _____6___ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	30	24	6
Лекции	8	8	
Практические занятия (ПЗ)	22	16	6
Самостоятельная работа (всего)	177	84	93
Проработка теоретического материала,	50	30	20
Самостоятельное изучение тем	34	14	20
Решение задач. Подготовка и выполнение контрольной работы	93	40	53
Всего (без экзамена)	207	108	99
Подготовка и сдача экзамена / зачета	9		9
Общая трудоемкость час	216	108	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	6	3	3

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия.	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Матрицы и действия над ними. Определители порядка *n*	2	4	14	20	ПК-12
2.	Линейные пространства и некоторые другие математические структуры	1	3	20	24	ПК-12
3.	Системы линейных уравнений	1	3	14	18	ПК-12
4.	Алгебра геометрических векторов (векторная алгебра)	1	2	22	25	ПК-12
5.	Функции в линейных пространствах	1	4	14	19	ПК-12
6.	Приложения линейной алгебры к задачам аналитической геометрии. Прямая, плоскость. Прямая в пространстве.	1	4	50	55	ПК-12
7.	Кривые и поверхности второго порядка	1	2	43	46	ПК-12
Всего		8	22	177	207	

Согласована на портале № 16362

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудо-емкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
Семестр 1				
1.	Матрицы и действия над ними. Определители порядка *n*	Понятие числовой матрицы. Специальные виды матриц. Действия над матрицами и их свойства. Перестановки. Понятие определителя порядка *n*. Свойства. Минор и алгебраическое дополнение. Вычисление определителей. Обратная матрица. Решение матричных уравнений	2	ПК-12
2.	Линейные пространства и некоторые другие математичес-кие структуры	Определение линейного пространства. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис и координаты. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре. Преобразование систем координат.	1	ПК-12
3.	Системы линейных уравнений	Классификация систем. Решение определенных систем. Матричный способ решения систем линейных уравнений. Метод Крамера, метод Гаусса. Теорема Кронекера-Капелли. Решение неопределенных систем. Однородные системы линейных уравнений.	1	ПК-12
4.	Векторная алгебра	Скалярные и векторные величины. Линейные операции над векторами и их свойства. Скалярное, векторное и смешанное произведения	1	ПК-12
5.	Функции в линейных пространствах	Функции, отображения. Линейный оператор и его матрица. Область значений и ранг линейного оператора. Действия над линейными операторами. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Линейные, билинейные и квадратичные формы.	1	ПК-12
6.	Приложения линейной алгебры к задачам аналитической геометрии.	Основные задачи аналитической геометрии.Понятие уравнения линии и поверхности.Полярная система координат.Уравнения прямой на плоскости. Уравнение плоскости. Различные виды уравнения прямой в пространстве. Взаимное расположение.	1	ПК-12
7.	Кривые и поверхности второго порядка	Эллипс, гипербола, парабола. Вывод их канонических уравнений. Приведение уравнений кривых второго порядка к каноническому виду. Поверхности второго порядка	1	ПК-12
Всего			8	

Согласована на портале № 16362

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

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Математический анализ	+	+	+	+	+	+	+
2.	Информатика и программирование	+	+					
3.	Вычислительная математика	+		+			+	+
4.	Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+			+	+
5.	Математическая логика и теория алгоритмов	+	+	+	+			
6.	Дискретная математика	+	+					
7.	Компьютерная графика	+		+	+		+	+
8.	Теория систем и системный анализ	+	+	+		+	+	+
9.	Экономика	+		+		+		

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

Перечень компетенций	Виды занятий			Формы контроля
	Л	Пр.	СРС	
ПК-12	+	+	+	Контрольная работа. Тест. Экзамен.

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, СРС – самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум не предусмотрено РУП

Согласована на портале № 16362

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
Семестр 1				
1.	1	Матрицы и действия над ними.	1	ПК-12
		Определитель порядка ***n***.	2	
		Обратная матрица. Решение матричных уравнений.	1	
2.	2	Ранг матрицы.	2	ПК-12
		Базис. Координаты. Формулы перехода от одного базиса к другому	1	
3.	3	Решение определенных систем.	1	ПК-12
		Решение неопределенных систем.	1	
		Однородные системы линейных уравнений.	1	
4.	4	Алгебра геометрических векторов. Скалярное, векторное, смешанное произведения.	2	ПК-12
5.	5	Линейный оператор и его матрица. Действия над линейными операторами.	1	ПК-12
		Собственные числа и собственные векторы.	1	
		Приведение квадратичной формы к каноничному виду.	2	
Итого за семестр 1			16	
Семестр 2				
6.	6	Прямая на плоскости. Взаимное расположение прямых.	1	ПК-12
		Плоскость.	1	
		Прямая в пространстве. Взаимное расположение прямых. Взаимное расположение прямой и плоскости	2	
7.	7	Кривые второго порядка. Приведение уравнения кривой второго порядка к каноническому виду.	1,5	ПК-12
		Поверхности второго порядка.	0,5	
Итого за семестр 2			6	
Всего			22	

Согласована на портале № 16362

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 9.1. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч								ОК, ПК	Контроль выполнения работы
	По разделам дисциплины							Всего по виду СРС		
	1	2	3	4	5	6	7			
1. Самостоятельное изучение тем:		**6**		**8**		**10**	**10**	**34**	ПК-12	Контрольная работа Тест Экзамен
Линейные пространства. Арифметические пространства. Евклидовы линейные пространства.		6						6	ПК-12	
Алгебра геометрических векторов. Скалярное, векторное, смешанное произведения.				8				8	ПК-12	
Прямая на плоскости. Плоскость. Прямая в пространстве.						10		10	ПК-12	
Кривые и поверхности второго порядка.							10	10	ПК-12	
2. Проработка теоретического материала	**6**	**6**	**6**	**6**	**6**	**10**	**10**	**50**	ПК-12	Контрольная работа Тест Экзамен
3. Подготовка (решение задач) и выполнение контрольной работы	**8**	**8**	**8**	**8**	**8**	**30**	**23**	**93**	ПК-12	Контрольная работа Тест Экзамен
Всего по разделу дисциплины	**14**	**20**	**14**	**22**	**14**	**50**	**43**	**177**	ПК-12	
Итого в 1-м семестре (разделы 1–5)	**14**	**20**	**14**	**22**	**14**			**84**	ПК-12	
Итого в 2-м семестре (разделы 6–7)						**50**	**43**	**93**	ПК-12	
Подготовка к экзамену								**9**	ПК-12	**Тест Экзамен**

9.1. Темы контрольных работ.

1. Основы линейной алгебры.
2. Аналитическая геометрия.

9.2. Вопросы для подготовки к практическим занятиям.

1. Матрицы и действия с ними
2. Определители и их свойства
3. Обратная матрица и решение матричных уравнений
4. Ранг матрицы
5. Линейная зависимость и независимость систем векторов
6. Переход к другому базису
7. Методы Крамера и Гаусса для решения определенных систем
8. Неопределенные системы
9. Однородные системы
10. Алгебра геометрических векторов
11. Линейные операторы и их матрицы
12. Собственные числа и собственные вектора линейного оператора
13. Квадратичные формы
14. Прямая на плоскости

Согласована на портале № 16362

15. Плоскость
16. Прямая в пространстве
17. Кривые второго порядка
18. Поверхности второго порядка

9.3. Вопросы на проработку теоретического материала.

1. Матрицы и действия с ними.
2. Определители порядка n и их свойства.
3. Алгебраические дополнения и миноры. Связь между ними и вычисление определителя с помощью разложения по строке.
4. Обратная матрица. Решение матричных уравнений.
5. Линейное пространство (определение, примеры).
6. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов.
7. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре и ее следствия.
8. Базис. Координаты. Теорема о единственности разложения вектора по базису.
9. Скалярное произведение в R^n и его свойства. Евклидовы пространства. Нормированные пространства. Неравенство Коши - Буняковского.
10. Переход от базиса к базису.
11. Преобразование координат при переходе от одного базиса к другому.
12. Ортогональные и ортонормированные базисы. Переход от одного ортонормированного базиса к другому.
13. Алгебра геометрических векторов.
14. Решение систем n линейных уравнений с n неизвестными. Теорема Крамера
15. Решение систем m линейных уравнений с n неизвестными. Теорема Кронекера – Капелли.
16. Системы линейных однородных уравнений. Теорема о свойствах частных решений систем линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.
17. Свойства частных решений системы линейных однородных уравнений.
18. Линейный оператор, его матрица и свойства.
19. Линейный оператор. Теорема существования и единственности.
20. Суперпозиция линейных операторов, ее свойства и матрица.
21. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Их свойства. Вид матрицы линейного оператора в базисе из собственных векторов.
22. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Нахождение собственных чисел и собственных векторов для конечномерного линейного оператора.
23. Линейные и билинейные формы.
24. Квадратичные формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестера.
25. Квадратичные формы. Приведение квадратичной формы к главным осям.
26. Кривые и поверхности. Криволинейные системы координат.
27. Прямая на плоскости.
28. Плоскость.
29. Прямая в пространстве.
30. Кривые второго порядка.
31. Поверхности второго порядка.
32. Приведение кривых второго порядка к каноническому виду.

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов не предусмотрено

Согласована на портале № 16362

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1 Основная литература.

1. Беклемишева, Л.А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Беклемишева, Д.В. Беклемишев, А.Ю. Петрович [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72575

2. Беклемишев, Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 445 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58162

3. Магазинников Л.И. Высшая математика I. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162 с. Экземпляров в библиотеке ТУСУРа: **Экземпляры всего**:97.

4. Проскуряков, И.В. Сборник задач по линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=529

12.2 Дополнительная литература.

1. Бугров Я.С. Высшая математика: учебник для вузов: В 3 т. / Я.С. Бугров, С.М. Никольский; ред. В.А. Садовничий. Т. 1 : Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии.- 8-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2006. - 284[4] с. **Экземпляры всего:**31 экз.

2. Магазинников Л.И. Высшая математика. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Министерство образования Российской Федерации (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТМЦДО, 2003. - 176 с. **Экземпляры всего:** 179 экз.

3. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. – 5-е изд, - М.: Айрис-Пресс, 2007. - 602 с. **Экземпляры всего:**7 экз.

12.3 Учебно-методические пособия.

12.3.1 Обязательные учебно-методические пособия.

1. Магазинников Л.И. Высшая математика I. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162 с. Экземпляров в библиотеке ТУСУРа: **Экземпляры всего**:97.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

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

Согласована на портале № 16362

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.

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

Ссылки с сайта кафедры на математические ресурсы и он-лайн тренажёры. Системы программирования Mathcad, Matlab, Maple. Система дистанционного образования MOODLE для сопровождения самостоятельной работы студентов (методические материалы: текстовые, аудио и видеофайлы, индивидуальные задания, тесты и т.д.).

13 Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации** используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

Для проведения **практических (семинарских) занятий** используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

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

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

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

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

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

14 Фонд оценочных средств и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1 Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

Согласована на портале № 16362

программе.

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

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 16362

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
АЛГЕБРА И ГЕОМЕТРИЯ

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**

Направление подготовки 09.03.04 ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Форма обучения **за**очная

Факультет ЗиВФ (заочный и вечерний факультет)

Кафедра АОИ (кафедра автоматизации обработки информации)

Курс 1 **Семестр 1, 2**

Учебный план набора 2012 года.

Зачет не предусмотрен **Диф. зачет** не предусмотрен
Экзамен 2 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 16362

1 Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Общие характеристики показателей и критерие в оценивания компетенции на
ПК-12	Способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования.	**Должен знать** основные понятия векторной алгебры, линейной алгебры и аналитической геометрии, использующихся при изучений общетеоретических и специальных дисциплин и при формализации профессиональных задач в инженерной практике. **Должен уметь** проводить формализацию исходной задачи для построения математической модели и применять математические методы и вычислительные алгоритмы для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой. **Должен владеть** методами решения задач алгебры и геометрии, необходимых в дальнейшем при формализации профессиональных задач для построения математических моделей.	

Согласована на портале № 16362

всех этапах приведены в таблице 2.

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

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы
Хорошо (базовый уровень)	Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых задач с элементами исследования	Оперирует основными методами решения задач и исследований
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает знаниями основных понятий на уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач	Работает при прямом наблюдении и контроле

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-12

ПК-12: способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

1. Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 16362

Содержание этапов	Знает основные понятия векторной алгебры, линейной алгебры и аналитической геометрии, использующихся при изучений общетеоретических и специальных дисциплин и при формализации профессиональных задач в инженерной практике	проводить формализацию исходной задачи для построения математической модели и применять математические методы и вычислительные алгоритмы для решения практических задач и пользоваться при необходимости математической литературой	методами решения задач алгебры и геометрии, необходимых в дальнейшем при формализации профессиональных задач для построения математических моделей
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации	• Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов; • Консультации
Используемые средства оценивания	• Тест; • Контрольная работа; • Экзамен	• Контрольная работа; • Экзамен	• Контрольная работа; • Экзамен

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

Таблица 2 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	**Знать**	**Уметь**	**Владеть**
Отлично (высокий уровень)	• раскрывает сущность математических понятий, проводит их характеристику; • анализирует связи между различными математическими понятиями; • обосновывает выбор математического	• свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; • умеет математически показать и аргументировано доказать положения изучаемой дисциплины и	• свободно оперирует методами изучаемой дисциплины; • организует коллективное выполнение работы, затрагивающей изучаемую дисциплину; • свободно владеет разными способами

Согласована на портале № 16362

	метода, план, этапы решения задачи; • формализует поставленную задачу для построения математической модели.	формализовать реальную задачу для построения ее математической модели.	представления и формализации математической информации.
Хорошо (базовый уровень)	• дает определения основных понятий и приводит примеры их применения; • понимает связи между различными понятиями; • аргументирует выбор метода формализации и решения задачи; • составляет план формализации и решения задачи.	• способен различить стандартные и новые ситуации при формализации и решении задач; • умеет корректно выражать и аргументировано обосновывать положения изучаемой дисциплины.	• критически осмысливает полученные знания; • способен работать в коллективе, задачи которого затрагивают изучаемую дисциплину; • владеет способами представления и формализации математической информации.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• воспроизводит основные факты, идеи; • распознает основные математические объекты; • знает алгоритмы формализации и решения типовых задач.	• умеет применять алгоритмы формализации и решения типовых задач на практике; • умеет работать со справочной литературой; • умеет оформлять результаты своей работы.	• поддерживает разговор на темы изучаемой дисциплины; • владеет основной терминологией и основными методами формализации объектов изучаемой дисциплины.

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

– типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

Согласована на портале № 16362

Тест: итоговый тест по элементарным знаниям и практическим навыкам

Демо-вариант

1. Написать уравнение прямой, проходящей через точку $M(1,-3)$

а) параллельно прямой $3x+4y-3=0$;

б) перпендикулярно прямой $2x+3y-3=0$.

---

2. Написать уравнение плоскости, проходящей через точку $M(2,-1,4)$

а) параллельно плоскости $2x+5y-3z+4=0$;

б) перпендикулярно прямой $\frac{x-2}{3}=\frac{y+1}{2}=\frac{z-3}{-2}$.

---

3. Написать уравнение прямой, проходящей через точку $M(1,-2,1)$

а) параллельно прямой $\frac{x-1}{-3}=\frac{y+1}{2}=\frac{z-3}{-2}$;

б) перпендикулярно плоскости $2x+5y-3z+4=0$.

---

4. Найти координаты единичного вектора, коллинеарного вектору $\bar{\boldsymbol{b}}=(6,-8,4)$ и направленного в противоположную сторону.

5.. Определить, при каком значении α векторы $\bar{\boldsymbol{a}}=\alpha\bar{\boldsymbol{i}}-3\bar{\boldsymbol{j}}+2\bar{\boldsymbol{k}}$ и $\bar{\boldsymbol{b}}=\bar{\boldsymbol{i}}+2\bar{\boldsymbol{j}}-\alpha\bar{\boldsymbol{k}}$ взаимно перпендикулярны.

6. Найти проекцию вектора $\bar{\boldsymbol{a}}=(8,4,1)$ на ось, параллельную вектору $\bar{b}=\left[2\bar{i}+3\bar{j}-\bar{k},\bar{i}+2\bar{j}+4\bar{k}\right]$.

7. Вычислить длину вектора $2(\bar{a},\bar{b})\bar{c}$, если $\bar{\boldsymbol{a}}=3\bar{\boldsymbol{i}}-2\bar{\boldsymbol{j}}$, $\bar{\boldsymbol{b}}=-5\bar{\boldsymbol{i}}+\bar{\boldsymbol{j}}$, $\bar{c}=\bar{i}+4\bar{j}-2\bar{k}$.

---

8. Даны матрицы $A=\begin{pmatrix}2 & 0 & -1\\ -1 & 2 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}-1 & 0 & 1\\ 3 & 1 & 2\end{pmatrix}$ и $C=\begin{pmatrix}-2 & 1\\ 1 & 0\end{pmatrix}$. Найти $C\cdot(A+B)$.

9. Выяснить, какая из матриц: $A=\begin{pmatrix}5 & 2\\ -3 & 1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}-5 & 3\\ -2 & 1\end{pmatrix}$ или $C=\begin{pmatrix}5 & -2\\ 3 & -1\end{pmatrix}$ является обратной матрице $D=\begin{pmatrix}1 & 2\\ -3 & -5\end{pmatrix}$?

10. Матрицы A, B, C связаны соотношением $A\cdot B\cdot C=E$. Выразить матрицу B через A и C.

11. $A=\begin{pmatrix}1 & 3 & 5 & -2 & 4\\ 7 & 8 & -9 & 6 & 0\end{pmatrix}$. Найти $a_1^2+a_3^1+a_4^2$

---

12. Найдите собственные векторы и собственные числа линейного оператора действующего по закону $Ax=(x_1+3x_2,x_1-x_2)$. Сделайте проверку.

13. Найти матрицу линейного оператора $Ax=(2x_1+3x_2-x_3,x_1-x_2+4x_3,x_2-4x_3)$ в каноническом базисе.

14. Найти результат действия линейного оператора $Ax=(2x_1+3x_2-x_3,x_1-x_2+4x_3,x_2-4x_3)$ на вектор $c=(1,3,4)$.

15. Линейный оператор A: $R_3\to R_3$ действует по закону $Ax=(x_1+6x_2+8x_3,x_2,-2x_1+6x_2+11x_3)$. Доказать, что вектор $\mathbf{x}=(4;0;1)$ является собственным для этого оператора. Найти собственное число λ_0, соответствующее вектору $\mathbf{x}$.

Согласована на портале № 16362

16. Вычислить определитель $\begin{vmatrix} 25 & 13 & 5 & 37 \\ 3 & 2 & 0 & 6 \\ 1 & 1 & 0 & 5 \\ 7 & 1 & 0 & 4 \end{vmatrix}$.

17. Вычислить $\begin{vmatrix} 25 & 13 & 5 & 7 \\ 3 & 2 & 2 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$.

18. Если $\begin{vmatrix} 2 & a \\ b & 7 \end{vmatrix} = \frac{5}{2}$, то $\begin{vmatrix} 0 & 4 & 0 \\ 7 & 3 & a \\ b & 2 & 2 \end{vmatrix}$ равен?

---

19. В системе уравнений

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 3x_3 + 2x_4 + 4x_5 = 2, \\ 2x_2 + x_3 - 4x_4 + x_5 = 1, \\ x_3 + 5x_4 - x_5 = 5 \end{cases}$$

зависимыми переменными можно считать? Почему?

20. Имеет ли система

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 3x_3 + 2x_4 + 4x_5 = 0, \\ 2x_2 + x_3 - 4x_4 + x_5 = 0, \\ x_3 + 5x_4 - x_5 = 0 \end{cases}$$

нетривиальные решения? Если да, то укажите хотя бы одно.

21. Можно ли систему

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 = 3, \\ 4x_1 - 2x_2 = 6 \end{cases}$$

решать методом Крамера? Если да, то найти этим методом x_2

22. Сколько решений имеет система

$$\begin{cases} x_2 + 3x_3 = 2, \\ 3x_1 - x_3 = 5, \\ 2x_2 + 6x_3 = 8 \end{cases} ?$$

Почему?

Контрольные работы:

Контрольная работа №1. Основы линейной алгебры.
Контрольная работа №2. Аналитическая геометрия.

Демо-варианты контрольных работ

1. Основы линейной алгебры.

Демо-вариант

Согласована на портале № 16362

1. Найти матрицу $D=(B\cdot A)^T+5C$, если $A=\begin{pmatrix}-3 & 0 & 1\\ 0 & 2 & -1\end{pmatrix}$, $B=\begin{pmatrix}1 & -1\\ 3 & 4\end{pmatrix}$, $C=\begin{pmatrix}1 & 1\\ 0 & -1\\ -1 & 0\end{pmatrix}$.

2. Вычислить определитель $D=\begin{vmatrix}2 & 1 & 0 & 1\\ 2 & 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 2 & 2\\ 2 & 2 & 2 & 3\end{vmatrix}$.

3. Решить матричным способом систему уравнений, $\begin{cases}3x_1 - 2x_2 - 3x_3 = 1,\\ x_1 + 2x_2 + x_3 = 5,\\ -x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 3.\end{cases}$

4. Найти значения λ, если они существуют, при которых матрица $\begin{pmatrix}1 & \lambda & -1 & 2\\ 2 & -1 & \lambda & 5\\ 1 & 10 & -6 & 1\end{pmatrix}$ имеет наименьший ранг. Указать, чему равен ранг при найденных значениях λ.

5. Относительно канонического базиса в R_3 даны четыре вектора $\mathbf{f}_1=(3;4;-3)$, $\mathbf{f}_2=(2;3;-5)$, $\mathbf{f}_3=(1;1;1)$, $\mathbf{x}=(2;1;1)$. Доказать, что векторы $\mathbf{f}_1,\mathbf{f}_2,\mathbf{f}_3$ можно принять за новый базис в R_3. Найти координаты вектора $\mathbf{x}$ в новом базисе.

6. Доказать, что система $\begin{cases}x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 0,\\ 3x_1 + 11x_2 + 3x_3 + 6x_4 = 4,\\ 2x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 4x_4 = 2,\\ x_1 + 6x_2 + 3x_4 = -2.\end{cases}$
имеет единственное решение. Неизвестное x_2 найти по формулам Крамера. Решить систему методом Гаусса.

7. Дана система линейных уравнений $\begin{cases}3x_1 + x_2 - 3x_4 - x_5 = -3,\\ x_1 + 4x_2 - 3x_3 + 2x_4 - 5x_5 = 11,\\ 5x_1 - 2x_2 + 3x_3 - 4x_4 - x_5 = -9,\\ 2x_1 - 3x_2 + 3x_3 - 3x_4 + 2x_5 = -10.\end{cases}$
Доказать, что система совместна. Найти её общее решение. Найти частное решение, если $x_3=1$, $x_5=-1$.

8. Дана однородная система уравнений $\begin{cases}7x_1 + 5x_2 + 3x_3 + x_4 = 0,\\ x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 0,\\ 8x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 5x_4 = 0,\\ x_1 - x_3 - 2x_4 = 0.\end{cases}$
Доказать, что система имеет нетривиальные решения. Найти общее решение системы уравнений и какую-либо фундаментальную систему решений.

9. Найти координаты вектора $\mathbf{c}=[2\mathbf{a}-\mathbf{b},2\mathbf{a}-3\mathbf{b}]$, где $\mathbf{a}=(2;0;-5)$, $\mathbf{b}=(1;-3;4)$.

10. Вычислить площадь параллелограмма, построенного на векторах $\mathbf{a}=\mathbf{m}+2\mathbf{n}$, $\mathbf{b}=\mathbf{m}-3\mathbf{n}$, если $|\mathbf{m}|=5$, $|\mathbf{n}|=6$, $(\mathbf{a};\mathbf{b})=30°$.

Согласована на портале № 16362

11. Линейный оператор A действует в $R_3 \to R_3$ по закону $Ax = (2x_1 + 6x_2 + 3x_3, 3x_2 + 4x_3, 5x_2 + 2x_3)$. Найти матрицу A этого оператора в каноническом базисе. Доказать, что вектор $\mathbf{x} = (9;5;5)$ является собственным для матрицы A. Найти собственное число λ_0, соответствующее вектору $\mathbf{x}$. Найти остальные собственные числа матрицы A. Найти все собственные векторы матрицы A и сделать проверку.

2. Аналитическая геометрия.

<u>Демо-вариант 2</u>

1.Даны уравнения оснований трапеции $3x - 4y - 15 = 0$ и $3x - 4y - 35 = 0$. Вычислить длину её высоты.

2. Даны три последовательные вершины параллелограмма $ABCD$: $A(1;4)$, $B(3;9)$, $C(8;9)$. Составить уравнение диагонали BD.

3. Найти острый угол (в градусах) между плоскостью, проходящей через точки $A(2;1;0)$, $B(2;2;1)$, $C(1,1,2)$ и плоскостью $x + y + 2z - 1 = 0$.

4. Написать уравнение плоскости, проходящей через прямую $\begin{cases} 2x + 5y - 6z + 4 = 0, \\ 3y + 2z + 6 = 0 \end{cases}$ перпендикулярно плоскости $7x - y + 4z - 3 = 0$.

5. Найти проекцию начала координат на прямую
$\frac{x-5}{4} = \frac{y-1}{3} = \frac{z+3}{-2}$.

6. Найти уравнение перпендикуляра, опущенного из точки $M(2;3;2)$ на прямую $\begin{cases} x + y + 1 = 0, \\ 5x - 2z + 9 = 0. \end{cases}$.

7. Найти координаты центра и радиус окружности $x^2 + 6x + y^2 - 2y + 6 = 0$.

8. Установить вид кривой $4x^2 + 3y^2 = 12$ и построить её.
   8.1. Найти квадраты большой и малой полуосей кривой.
   8.2. Найти расстояние между фокусами.
   8.3. Чему равен эксцентриситет?
   8.4. Записав уравнения директрис, найти расстояние до них от начала координат.

9. Установить вид кривой $y^2 = -14x$ и построить её.
   9.1. Найти параметр данной кривой.
   9.2. Найти координаты фокуса.
   9.3. Записав уравнение директрисы, найти расстояние до неё от начала координат.

10. Дана кривая $23x^2 - 16xy - 7y^2 + 16x + 14y + 218 = 0$.
   10.1. Доказать, что данная кривая – гипербола.
   10.2. Найти координаты её центра симметрии.
   10.3. Найти её действительную и мнимую полуоси.
   10.4. Записать общее уравнение фокальной оси.
   10.5. Построить данную кривую.

Согласована на портале № 16362

Темы лабораторных работ: *не предусмотрены.*

Темы для самостоятельной работы:

Семестр 1

1. Линейные пространства. Арифметические пространства. Евклидовы линейные пространства.
2. Алгебра геометрических векторов: скалярное, векторное, смешанное произведения.

Семестр 2

3. Прямая на плоскости. Плоскость. Прямая в пространстве.
4. Кривые и поверхности второго порядка.

Темы курсового проекта: *не предусмотрены.*

Темы коллоквиума: *не предусмотрены.*

Экзаменационные вопросы:

1. Матрицы и действия с ними.
2. Определители порядка n и их свойства.
3. Алгебраические дополнения и миноры. Связь между ними и вычисление определителя с помощью разложения по строке.
4. Обратная матрица. Решение матричных уравнений.
5. Линейное пространство (определение, примеры).
6. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов.
7. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре и ее следствия.
8. Базис. Координаты. Теорема о единственности разложения вектора по базису.
9. Скалярное произведение в R^n и его свойства. Евклидовы пространства. Нормированные пространства. Неравенство Коши - Буняковского.
10. Переход от базиса к базису.
11. Преобразование координат при переходе от одного базиса к другому.
12. Ортогональные и ортонормированные базисы. Переход от одного ортонормированного базиса к другому.
13. Алгебра геометрических векторов.
14. Решение систем n линейных уравнений с n неизвестными. Теорема Крамера.
15. Решение систем m линейных уравнений с n неизвестными. Теорема Кронекера – Капелли.
16. Системы линейных однородных уравнений. Теорема о свойствах частных решений систем линейных однородных уравнений. Фундаментальная система решений.
17. Свойства частных решений системы линейных однородных уравнений.
18. Линейный оператор, его матрица и свойства.
19. Линейный оператор. Теорема существования и единственности.
20. Суперпозиция линейных операторов, ее свойства и матрица.

Согласована на портале № 16362

21. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Их свойства. Вид матрицы линейного оператора в базисе из собственных векторов.
22. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Нахождение собственных чисел и собственных векторов для конечномерного линейного оператора.
23. Линейные и билинейные формы.
24. Квадратичные формы. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Критерий Сильвестера.
25. Квадратичные формы. Приведение квадратичной формы к главным осям.
26. Кривые и поверхности. Криволинейные системы координат.
27. Прямая на плоскости.
28. Плоскость.
29. Прямая в пространстве.
30. Кривые второго порядка.
31. Поверхности второго порядка.
32. Приведение кривых второго порядка к каноническому виду.

4 Методические материалы

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

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

4.1 Основная литература.

1. Беклемишева, Л.А. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Беклемишева, Д.В. Беклемишев, А.Ю. Петрович [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 496 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72575

2. Беклемишев, Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 445 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58162

3. Магазинников Л.И. Высшая математика I. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162 с. Экземпляров в библиотеке ТУСУРа: **Экземпляры всего**:97.

4. Проскуряков, И.В. Сборник задач по линейной алгебре [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 476 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=529

4.2 Дополнительная литература.

1. Бугров Я.С. Высшая математика: учебник для вузов: В 3 т. / Я.С. Бугров, С.М. Никольский; ред. В.А. Садовничий. Т. 1 : Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии.- 8-е изд.,

Согласована на портале № 16362

стереотип. - М.: Дрофа, 2006. - 284[4] с. **Экземпляры всего:**31 экз.

2. Магазинников Л.И. Высшая математика. Линейная алгебра и аналитическая геометрия: учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Министерство образования Российской Федерации (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТМЦДО, 2003. - 176 с. **Экземпляры всего:** 179 экз.

3. Письменный Д.Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс. – 5-е изд, - М.: Айрис-Пресс, 2007. - 602 с. **Экземпляры всего:**7 экз.

4.3 Обязательные учебно-методические пособия.

1. Магазинников Л.И. Высшая математика I. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162 с. Экземпляров в библиотеке ТУСУРа: **Экземпляры всего:**97.

4.4 Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

Ссылки с сайта кафедры на математические ресурсы и он-лайн тренажёры. Системы программирования Mathcad, Matlab, Maple. Система дистанционного образования MOODLE для сопровождения самостоятельной работы студентов (методические материалы: текстовые, аудио и видеофайлы, индивидуальные задания, тесты и т.д.).

Согласована на портале № 16362