МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«5» 07 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	28	28	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4	4	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 241

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № от «___» _____ 20__ г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВО) третьего поколения по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12.03.2015 г. № 218,
рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» июня 2016 г., протокол № 40.

Разработчики:

Заведующий кафедрой, профессор _____ Михальченко С. Г.

Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ _____ Михальченко С. Г.

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

Декан ФЭТ _____ Воронин А. И.

Заведующий профилирующей каф. ПрЭ _____ Михальченко С. Г.

Заведующий выпускающей каф. ПрЭ _____ Михальченко С. Г.

Эксперты:

Председатель методкомиссии ФЭТ, доцент каф. ФЭ _____ Чистоедова И. А.

Зам. зав. кафедрой ПРЭ по методической работе, профессор каф. ПРЭ _____ Легостаев Н. С.

Согласована на портале № 241

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовить обучаемого к практической деятельности в области электроники, привить ему умение пользоваться современным программным обеспечением для быстрого получения результатов научных и практических вычислений, обеспечить привязку знаний по естественнонаучным и математическим дисциплинам к объектному пространству электроники и наноэлектроники.

1.2. Задачи дисциплины

– Решать задачи линейной алгебры и векторной геометрии в применении к построению простейших математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, применять стандартные программные средства для их математического моделирования.;

– Математически описывать естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, предлагать программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и готовить входные данные;

– Давать стратегическую оценку решаемой математической задачи, основывающуюся на понимании и ясном представлении цели исследований и абстрагировании от шаблонов и алгоритмов поиска решений.

– Освоить основные приемы математической обработки и представления экспериментальных данных, полученных в рамках учебного процесса, исследовательской или профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» (Б1.Б.3) относится к базовой части профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Профессиональные математические пакеты, Математика, Инженерные расчеты в Matcad, Инженерная и компьютерная графика.

Последующими дисциплинами являются: Теоретические основы электротехники, Математическое моделирование и программирование.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** теоретические основы линейной алгебры и векторной геометрии, законы и методы векторного и матричного описания естественнонаучных явлений, методы решения матричных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений; естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, принципы математического описания исследуемых явлений предметной области; стандартные программные средства математического моделирования, возможности программ компьютерного моделирования меняемого для решения физических задач.

– **уметь** решать задачи линейной алгебры и векторной геометрии в применении к построению простейших математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, применять стандартные

Согласована на портале № 241

программные средства для их математического моделирования; математически описывать естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, предлагать программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и готовить входные данные; применять знания в области линейной алгебры и аналитической геометрии для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.

– **владеть** навыками математического моделирования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать для этого стандартные программные средства математического моделирования; разрабатывать численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области рассчитывать погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель, производить численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	28	28	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	54	часов
4	Из них в интерактивной форме	10	10	часов
5	Самостоятельная работа	54	54	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4	4	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экз.)	Формируемые компетенции
1	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	12	10	18	40	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
2	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	6	4	15	25	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
3	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	8	14	21	43	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1
	Итого	26	28	54	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

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

Согласована на портале № 241

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

№	Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Всего часов (без экз.)	Формируемые компетенции
1	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Вектор и матрица. Матрицы и действия над ними. Определитель порядка n. Обратная матрица.	2	ОПК-1, ОПК-2
2	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Минор и алгебраическое дополнение. Эквивалентные преобразование со строками и столбцами матрицы. Вычисление определителя.	2	ОПК-1, ПК-1
3	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Обратная матрица. Решение матричных уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Классификация систем.	2	ОПК-2, ПК-1
4	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Ранг матрицы. Расширенная матрица СЛАУ. Теоремы о существовании и единственности решений СЛАУ.	2	ОПК-1, ОПК-2
5	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Решение определенных систем. Решение через обратную матрицу. Метод Гаусса, метод Крамера.	2	ОПК-1, ПК-1
6	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Решение неопределенных систем. Однородные системы линейных уравнений.	2	ОПК-2, ПК-1
7	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	Векторы, операции с векторами. Проекция вектора. Угол между векторами. Объекты линейных пространств, операции в линейных пространствах.	2	ОПК-1, ОПК-2
8	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис и координаты. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре.	2	ОПК-1, ПК-1
9	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	Линейный оператор и его матрица. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Понятие квадратичных форм, приведение к главным осям.	2	ОПК-1, ОПК-2
10	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Уравнение кривой на плоскости. Полярная и декартовая системы координат. Прямая линия на плоскости.	2	ОПК-2, ПК-1
11	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Кривые второго порядка. Приведение уравнения кривой второго порядка к канонической форме.	2	ОПК-1, ПК-1

Согласована на портале № 241

12	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Уравнение поверхности в пространстве. Плоскость. Прямая в пространстве. Цилиндрические, конические поверхности. Поверхности вращения.	2	ОПК-1, ОПК-2
13	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Поверхности второго порядка. Исследование методом сечений. Приведение к каноническому виду.	2	ОПК-1, ПК-1
	Итого		26	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
		1	2	3
Предшествующие дисциплины				
1	Профессиональные математические пакеты	+	+	
2	Математика	+	+	+
3	Инженерные расчеты в Matcad	+	+	+
4	Инженерная и компьютерная графика			+
Последующие дисциплины				
1	Теоретические основы электротехники	+	+	
2	Математическое моделирование и программирование		+	+

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

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

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

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях
ОПК-2	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 241

ПК-1	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные лекции	Интерактивные практические занятия	Всего
Исследовательский метод		2	2
Поисковый метод		2	2
Решение ситуационных задач	2	2	4
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	2		2
Итого	4	6	10

7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Операции матричной алгебры. Вычисление определителя разложением по строке (столбцу)	2	ОПК-1, ПК-1
2	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Линейно-зависимая и линейно независимая системы векторов. СЛАУ. Определенная и неопределенная система. Решение СЛАУ при помощи обратной матрицы, методом гаусса и по правилу Крамера.	4	ОПК-1, ОПК-2
3	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Ортогонализация системы векторов. Переход к ортонормированному базису.	4	ОПК-2, ПК-1
4	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	Векторные преобразования.	2	ОПК-1, ПК-1
5	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	Собственные значения и собственные вектора матрицы	2	ОПК-1, ОПК-2
6	Аналитическая геометрия,	Прямая на плоскости	2	ОПК-2, ПК-1

Согласована на портале № 241

	кривые и поверхности второго порядка			
7	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Кривая второго порядка на плоскости	4	ОПК-1, ПК-1
8	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Прямая и плоскость в пространстве	4	ОПК-1, ОПК-2
9	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Поверхность второго порядка	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого		28	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

№	Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Формы контроля
1	Матрицы, определители, системы линейных уравнений	Подготовка к практическим занятиям, семинарам; Проработка лекционного материала	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях
2	Элементы линейной алгебры: линейные векторные пространства, линейные операторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам; Проработка лекционного материала	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях
3	Аналитическая геометрия, кривые и поверхности второго порядка	Подготовка к практическим занятиям, семинарам; Проработка лекционного материала	18	ОПК-1, ОПК-2, ПК-1	Конспект самоподготовки, Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях
	Всего (без экзамена)		54		
23	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
	Итого		90		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

Согласована на портале № 241

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
Конспект самоподготовки	6	7	7	20
Опрос на занятиях	6	7	7	20
Отчет по индивидуальному заданию	10	10	10	30
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Гриншпон, Ирина Эдуардовна. Линейная алгебра [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Э. Гриншпон ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск : [б. и.], 2012. - on-line, 101 с. - Б. ц. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2278 , свободный.

Согласована на портале № 241

2. Мальцев А.И. Основы линейной алгебры. 5-е изд. - М. : Лань, 2009. 480 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=251

12.2. Дополнительная литература

1. Магазинников, Леонид Иосифович. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия [Текст] : учебное пособие / Л. И. Магазинников, А. Л. Магазинникова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Факультет дистанционного обучения. - Томск : Эль Контент, 2012. - 180 с. - Библиогр.: с. 176. - Предм. указ.: с. 177. - ISBN 978-5-4332-0074-6 : 270.00 р., 270.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Ильин, Владимир Александрович. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Текст] : учебник для вузов / В. А. Ильин, Г. Д. Ким ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Москва). - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект, 2012. - 393 с. : ил. - Предм. указ.: с. 388-392. - ISBN 978-5-392-02856-6 : 263.23 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

3. Томиленко, Владимир Алексеевич. Линейная алгебра. Векторная алгебра. Аналитическая геометрия : Учебное пособие для вузов / В. А. Томиленко ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : STT, 2004. - 171[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 171. - ISBN 5-93629-023-9 : 90.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Магазинников, Леонид Иосифович. Высшая математика 1. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии : учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 4-е изд., испр. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 162. - ISBN 5-86889-258-5 : 42.78 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 96 экз.)

2. Михальченко С.Г. Профессиональные математические пакеты [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / С.Г. Михальченко; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники Кафедра промышленной электроники. – Электрон. Текстовые дан. – Томск: [б.и.], 2013.-on-line, 95 с. ил. , табл. – Библиогр.:с.86. [Электронный ресурс]. - http://ie.tusur.ru/content.php?id=444

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Mathematica. Система компьютерной алгебры компании Wolfram Research. Официальный сайт компании Wolfram Research http://www.wolfram.com. Способ доступа: http://www.wolfram.com/mathematica/.

2. Maple. Программный пакет компьютерной алгебры компании Waterloo Maple Inc. Официальный сайт: http://www.maplesoft.com/. Способ доступа: http://www.maplesoft.com/products/Maple/index.aspx.

3. MatLab. Пакет математических и инженерных вычислений. Официальный сайт компании-разработчика MathWorks http://www.mathworks.com/. Способ доступа: http://www.mathworks.com/products/matlab/.

4. MathCad. Система компьютерных вычислений. Официальный сайт компании-разработчика Mathsoft http://www.mathsoft.com/, в составе PTC Community http://communities.ptc.com. Способ доступа: http://www.mathcad.com/, http://communities.ptc.com/community/mathcad.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекций и практических занятий рекомендуется использовать аудиторию оснащенную интерактивными средствами отображения (проектор, интерактивная доска).

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

БИБЛИОТЕКА ТУСУР

Согласована на портале № 241

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«_5_» ____07____ 20_16_ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Линейная алгебра и аналитическая геометрия

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Профиль: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **1**
Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- заведующий кафедрой, профессор каф. ПрЭ Михальченко С. Г.

Экзамен: 1 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 241

1. Введение

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

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

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

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	Должен знать теоретические основы линейной алгебры и векторной геометрии, законы и методы векторного и матричного описания естественнонаучных явлений, методы решения матричных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений; естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, принципы математического описания исследуемых явлений предметной области; стандартные программные средства математического моделирования, возможности программ компьютерного моделирования меняемого для решения физических задач. ; Должен уметь решать задачи линейной алгебры и векторной геометрии в применении к построению простейших математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, применять стандартные программные средства для их математического моделирования; математически описывать естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, предлагать программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и готовить входные данные; применять знания в области линейной алгебры и аналитической геометрии для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.; Должен владеть навыками математического моделирования
ОПК-2	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	
ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	

Согласована на портале № 241

		простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать для этого стандартные программные средства математического моделирования; разрабатывать численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области рассчитывать погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель, производить численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности.;

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

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

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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: *способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.*

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание	Знает теоретические	Решает задачи линейной	Применяет навыки

Согласована на портале № 241

этапов	основы линейной алгебры и векторной геометрии. Описывает методы решения матричных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений. Называет стандартные программные средства математического моделирования.	алгебры и векторной геометрии в применении к построению простейших математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Применяет стандартные программные средства для их математического моделирования.	математического моделирования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Использует стандартные программные средства математического моделирования.
Виды занятий	Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные практические занятия;	Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные практические занятия;	Самостоятельная работа; Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях; Конспект самоподготовки; Экзамен;	Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях; Конспект самоподготовки; Экзамен;	Отчет по индивидуальному заданию; Экзамен;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Уверенно разбирается в вопросах линейной алгебры и векторной геометрии. • Описывает методы решения матричных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений, способен применять эти методы в решении задач предметной области. • Называет большинство программных средств математического моделирования, знает	• Применяет матрицы и вектора при построении моделей объектов предметной области, использует стандартные программные средства для их математического моделирования. • Решает задачи линейной алгебры и векторной геометрии в применении к построению простейших математических моделей приборов, схем, устройств и	• Свободно владеет навыками математического моделирования и исследования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. • Уверенно описывает поведение физических величин уравнениями кривых и поверхностей в пространстве, владеет навыками решения систем алгебраических уравнений, анализа и интерпретации

Согласована на портале № 241

	их особенности и способен применять.	установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Обосновывает выбор той или иной математической модели.	результатов. • Свободно владеет программными средствами компьютерного моделирования
Хорошо (базовый уровень)	• Знает теоретические основы линейной алгебры и векторной геометрии. • Описывает методы решения матричных уравнений и систем линейных алгебраических уравнений. • Называет большинство программных средств математического моделирования.	• Решает задачи линейной алгебры и векторной геометрии в применении к построению простейших математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. • Использует матрицы и вектора в стандартных программных средствах математического моделирования.	• Применяет навыки математического моделирования простейших приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. • Способен отыскать решение любых систем алгебраических уравнений, либо доказать, что его не существует. • Использует стандартные программные средства математического моделирования.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Воспроизводит основные математические модели линейной алгебры и векторной геометрии. • Знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике. • Называет стандартные программные средства математического моделирования.	• Умеет применять известные математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники и корректно интерпретирует результаты. • Использует векторные и матричные конструкции, указанные в описании модели. Умеет использовать матричные и векторные операции для решения задач.	• Критически осмысливает процесс построения моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. • Владеет программными средствами компьютерного моделирования. • Способен корректно построить математическую модель, способен определить, когда применяемая модель не адекватна физическому процессу.

Согласована на портале № 241

2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: *способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.*

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

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Называет естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Математически описывает исследуемые явления предметной области. Определяет, какие возможности программ компьютерного моделирования понадобятся для решения.	Выбирает и математически описывает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Выбирает численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. Предлагает программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и готовит входные данные.	Разрабатывает численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области. Рассчитывает погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель. Производит численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности.
Виды занятий	Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные практические занятия;	Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные практические занятия;	Самостоятельная работа; Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях; Конспект самоподготовки; Экзамен;	Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях; Конспект самоподготовки; Экзамен;	Отчет по индивидуальному заданию; Экзамен;

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Называет все естественнонаучные законы,	• Подготавливает полное математическое описание	• Свободно разрабатывает требуемые численные

Согласована на портале № 241

	характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, оговаривает ограничения. • Полно математически описывает исследуемые явления предметной области, свободно оперирует математическими понятиями. • Определяет, какие возможности каких программ компьютерного моделирования понадобятся для решения, способен предложить альтернативы.	естественнонаучных законов, характеризующих сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. • Разрабатывает численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. • Обоснованно предлагает наиболее подходящие программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и полностью подготавливает входные данные.	математические модели, достаточно полно описывающие исследуемые явления предметной области. • Рассчитывает погрешности применяемых численных методов и обосновывает ограничения, накладываемые на математическую модель. • Производит численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности, корректно интерпретирует результаты, делает выводы.
Хорошо (базовый уровень)	• Математически описывает исследуемые явления предметной области. • Называет естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. • Определяет, какие возможности программ компьютерного моделирования понадобятся для решения.	• Выбирает и математически описывает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. • Выбирает численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. • Предлагает программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и готовит входные данные.	• Разрабатывает численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области. • Рассчитывает погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель. • Производит численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Выбирает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе	• Выбирает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе	• Применяет предложенные численные математические модели, описывающие исследуемые явления

Согласована на портале № 241

	профессиональной деятельности. • Понимает математическое описание исследуемых явлений предметной области. • Выбирает программы компьютерного моделирования для решения.	профессиональной деятельности. • Понимает предложенную численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. • Понимает, какие программные комплексы компьютерного моделирования и какие входные данные, необходимы для решения поставленной типовой задачи.	предметной области. • Понимает, чем обоснованы погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель. • Производит численное моделирование типовой задачи из профессиональной деятельности.

2.3 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: *способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.*

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Воспроизводит теоретический базис линейной алгебры и аналитической геометрии, законы и методы векторного и матричного описания естественнонаучных явлений.	Использует теоретические знания при объяснении законов естественных наук, применять знания в области линейной алгебры и аналитической геометрии для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач.	Оперирует методами представления адекватной современному уровню знаний научной картины мира на основе положений, законов и методов естественных и математических наук.
Виды занятий	Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные практические занятия;	Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные практические занятия;	Самостоятельная работа; Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях; Конспект	Отчет по индивидуальному заданию; Опрос на занятиях; Конспект	Отчет по индивидуальному заданию; Экзамен;

Согласована на портале № 241

	самоподготовки; Экзамен;	самоподготовки; Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает теоретические основы линейной алгебры и аналитической геометрии. • Анализирует связи между различными математическими понятиями и свойствами физических явлений. • Представляет способы и результаты использования различных математических описаний естественнонаучных объектов. • Обосновывает выбор метода и план решения прикладных задач и применяемый для этого математический аппарат.	• Умеет математически выражать и аргументированно доказывать положения предметной области знания. • Свободно применяет знания линейной алгебры и аналитической геометрии в незнакомых ситуациях. • Способен построить адекватную естественнонаучному явлению математическую модель.	• Свободно владеет знаниями в области линейной алгебры и аналитической геометрии. • Способен уверенно строить математичесие модели физического явления, найти решение, проанализировать его и соотнести с картиной мира.
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление о математических моделях естественнонаучных объектов. • Понимает выбор метода решения прикладных задач и применяемый для этого математический аппарат. • Знает способы применения векторных и матричных объектов для описания физических явлений. • Понимает связи между различными математическими понятиями и	• Применяет методы решения задач линейной алгебры и аналитической геометрии для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. • Способен обосновывать положения предметной области знания. • Способен найти решение математической задачи и адекватно интерпретировать его с позиции естественных наук.	• Критически осмысливает полученные знания. • Компетентен в различных ситуациях, ориентируется в междисциплинарных задачах. • Владеет разными способами математического моделирования.

	свойствами физических явлений.		
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения основных понятий линейной алгебры и аналитической геометрии. • Знает основные методы решения типовых задач и умеет их применять на практике. • Воспроизводит основные математические факты, идеи. • Распознает математические объекты, понимает, какие физические явления они описывают.	• Умеет работать со справочной литературой. • Использует заданные математические конструкции для решения типовых задач. • Умеет представлять результаты своей работы.	• Владеет терминологией прикладной области знания и математическими понятиями. • Способен корректно представить знания в математической форме.

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Прямая линия на плоскости. Кривые второго порядка. Приведение уравнения кривой второго порядка к каноническому виду. Плоскость. Прямая в пространстве.

– Линейные пространства. Арифметические пространства. Евклидовы линейные пространства. Ранг матрицы. Формулы перехода от одного базиса к другому. Линейный оператор и его матрица. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.

– Матрицы и действия над ними. Определитель порядка n. Обратная матрица. Решение матричных уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений.

– Изучение математических доказательств, необходимых, достаточных, необходимых и достаточных условий доказательства от противного, метод математической индукции.

– Элементы теории множеств. Некоторые числовые множества.

3.2 Темы индивидуальных заданий

– Приведение к каноническому виду поверхности второго порядка. Уравнение поверхности в пространстве. Плоскость. Прямая в пространстве. Приведение уравнения кривой второго порядка к канонической форме. Уравнение прямой на плоскости в полярной и декартовой системах координат. Ранг матрицы. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис и координаты. Записать координаты вектора в новом базисе. Векторы, операции с векторами. Проекция вектора. Угол между векторами. Решение СЛАУ через обратную матрицу. Решение СЛАУ методом Гаусса, методом Крамера. Минор и алгебраическое дополнение. Эквивалентные преобразование со строками и столбцами матрицы. Вычисление определителя. Вектор и матрица. Матрицы и действия над ними. Определитель порядка n. Обратная матрица.

3.3 Темы опросов на занятиях

– Поверхности второго порядка. Исследование методом сечений. Приведение к каноническому виду.

Согласована на портале № 241

– Уравнение поверхности в пространстве. Плоскость. Прямая в пространстве. Цилиндрические, конические поверхности. Поверхности вращения.

– Кривые второго порядка. Приведение уравнения кривой второго порядка к канонической форме.

– Уравнение кривой на плоскости. Полярная и декартовая системы координат. Прямая линия на плоскости.

– Линейный оператор и его матрица. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора. Понятие квадратичных форм, приведение к главным осям.

– Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Базис и координаты. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре.

– Векторы, операции с векторами. Проекция вектора. Угол между векторами. Объекты линейных пространств, операции в линейных пространствах.

– Решение неопределенных систем. Однородные системы линейных уравнений.

– Решение определенных систем. Решение через обратную матрицу. Метод Гаусса, метод Крамера.

– Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов. Ранг матрицы. Расширенная матрица СЛАУ. Теоремы о существовании и единственности решений СЛАУ.

– Обратная матрица. Решение матричных уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Классификация систем.

– Минор и алгебраическое дополнение. Элементарные преобразование со строками и столбцами матрицы. Вычисление определителя.

– Вектор и матрица. Матрицы и действия над ними. Определитель порядка n. Обратная матрица.

3.4 Экзаменационные вопросы

Тематика первого вопроса:

– 1. Уравнение кривой на плоскости.
– 2. Полярная и декартовая системы координат.
– 3. Прямая линия на плоскости.
– 4. Уравнение поверхности в пространстве.
– 5. Плоскость. Прямая в пространстве.
– 6. Цилиндрические, конические поверхности. Поверхности вращения.
– 7. Поверхности второго порядка.

Тематика второго вопроса:

– 1. Векторы, операции с векторами.
– 2. Проекция вектора. Угол между векторами.
– 3. Объекты линейных пространств, операции в линейных пространствах.
– 4. Линейно зависимые и линейно независимые системы векторов.
– 5. Базис и координаты. Ранг матрицы. Теорема о базисном миноре.
– 6. Линейный оператор и его матрица.
– 7. Собственные числа и собственные векторы линейного оператора.

Тематика третьего вопроса:

– 1. Дать определение матрицы размера m×n.
– 2. Дайте определения квадратной, треугольной, диагональной и единичной матриц.
– 3. Какие матрицы называются равными?
– 4. Опишите операцию умножения матрицы на число.
– 5. Опишите операцию сложения матриц.
– 6. Для каких матриц вводится понятие определителя?
– 7. Опишите, как составляются слагаемые, входящие в определитель порядка n.
– 8. Дайте определение определителя порядка n.
– 9. Опишите правило вычисления определителя порядка 2.
– 10. Опишите правило вычисления определителя порядка 3.

Согласована на портале № 241

– 11. Как изменится определитель при транспонировании матрицы?
– 12. Чему равен определитель, имеющий стоку или столбец, состоящий из нулей?
– 13. Как изменится определитель, если его строку или столбец умножить на число α?
– 14. Как изменится определитель, если в нем переставить две строки или два столбца?

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. Гриншпон, Ирина Эдуардовна. Линейная алгебра [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. Э. Гриншпон ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск : [б. и.], 2012. - on-line, 101 с. - Б. ц. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/2278 , свободный.

2. Мальцев А.И. Основы линейной алгебры. 5-е изд. - М. : Лань, 2009. 480 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=251

4.2. Дополнительная литература

3. Магазинников, Леонид Иосифович. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия [Текст] : учебное пособие / Л. И. Магазинников, А. Л. Магазинникова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Факультет дистанционного обучения. - Томск : Эль Контент, 2012. - 180 с. - Библиогр.: с. 176. - Предм. указ.: с. 177. - ISBN 978-5-4332-0074-6 : 270.00 р., 270.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

4. Ильин, Владимир Александрович. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Текст] : учебник для вузов / В. А. Ильин, Г. Д. Ким ; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова (Москва). - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Проспект, 2012. - 393 с. : ил. - Предм. указ.: с. 388-392. - ISBN 978-5-392-02856-6 : 263.23 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

5. Томиленко, Владимир Алексеевич. Линейная алгебра. Векторная алгебра. Аналитическая геометрия : Учебное пособие для вузов / В. А. Томиленко ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : STT, 2004. - 171[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 171. - ISBN 5-93629-023-9 : 90.00 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

6. Магазинников, Леонид Иосифович. Высшая математика 1. Практикум по линейной алгебре и аналитической геометрии : учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинникова; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 4-е изд., испр. и доп. - Томск : ТУСУР, 2007. - 162[1] с. : ил. - Библиогр.: с. 162. - ISBN 5-86889-258-5 : 42.78 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 96 экз.)

7. Михальченко С.Г. Профессиональные математические пакеты [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / С.Г. Михальченко; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники Кафедра промышленной электроники. – Электрон. Текстовые дан. – Томск: [б.и.], 2013.-on-line, 95 с. ил. , табл. – Библиогр.:с.86. [Электронный ресурс]. - http://ie.tusur.ru/content.php?id=444

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

8. Mathematica. Система компьютерной алгебры компании Wolfram Research. Официальный сайт компании Wolfram Research http://www.wolfram.com. Способ доступа: http://www.wolfram.com/mathematica/.

9. Maple. Программный пакет компьютерной алгебры компании Waterloo Maple Inc. Официальный сайт: http://www.maplesoft.com/. Способ доступа: http://www.maplesoft.com/products/Maple/index.aspx.

10. MatLab. Пакет математических и инженерных вычислений. Официальный сайт

Согласована на портале № 241

компании-разработчика MathWorks http://www.mathworks.com/. Способ доступа: http://www.mathworks.com/products/matlab/.

11. MathCad. Система компьютерных вычислений. Официальный сайт компании-разработчика Mathsoft http://www.mathsoft.com/, в составе PTC Community http://communities.ptc.com. Способ доступа: http://www.mathcad.com/, http://communities.ptc.com/community/mathcad.

Согласована на портале № 241