

49.2

СЖЗ
Ф 7 1 009 0108 1.00

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
(НПИ) имени М.И. Платова»



УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по ОД ЮРГПУ (НПИ)
Е.М. Дьяконов
2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Б1.Б.8. Линейная алгебра**

«38.03.01 Экономика,
направленность Экономика предприятий и организаций»,
программа академического бакалавриата
Набор 2012, 2013 гг.
ЗФО


Институт фундаментального инженерного образования
Кафедра «Прикладная математика»
Курс 2

ИТОГО по дисциплине 5/180 (ЗЕ/час.) (с учетом ЗЕ/часов на экзамен)
2016 г.

Рабочая программа составлена на основании рабочего учебного плана, утвержденного Ученым советом ЮРГПУ (НПИ) протоколом № 5 от 23.12.2015 г.

Рабочую программу составил: *к.т.н., доцент, доцент кафедры «Прикладная математика» В.Ф. Петров*

Рабочая программа обсуждена на кафедре «Прикладная математика»
21.01.2016 г. Протокол № 7

Заведующий кафедрой «Прикладная математика»  А.Н. Ткачев

Рабочая программа согласована:

19.02 2016 г.

Протокол № 6

Заведующий кафедрой «Управление социальными
и экономическими системами»



А.Н. Дулин

Содержание

1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
2. Планируемые результаты изучения по дисциплине (модулю) ... Ошибка! Закладка не определена.	
3. Объем дисциплины (модуля) с распределением по курсам	5
4. Содержание дисциплины (модуля)	6
5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной, текущей аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)	8
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	13
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	13

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью изучения дисциплины «Линейная алгебра» является освоение базовых теоретических положений линейной алгебры для последующего использования в качестве вспомогательного инструментария при выполнении анализа экономических процессов и систем.

Задачами дисциплин «Линейная алгебра» являются:

- изучение основных сведений о матрицах и определителях, их свойств и возможностей применения в экономике;
- изучение понятий линейного пространства, базиса, процедур разложения векторов по базису, в том числе ортогональному;
- изучение теории систем линейных алгебраических уравнений и методов их решения;
- изучение элементов теории линейных операторов в конечномерном пространстве и элементов матричного анализа операторов;
- изучение основных положений теории евклидовых пространств и методов решения задачи наилучшего приближения;
- изучение возможных подходов применения элементов линейной алгебры для решения прикладных задач микро- и макроэкономики.

Дисциплина «Линейная алгебра» относится к базовой части блока Б1 учебного плана и изучается на 2 курсе.

Связь с предшествующими дисциплинами

№ п/п	Наименование предшествующей дисциплины (модуля)	Курс	Шифр компетенции предшествующей дисциплины
1	Математический анализ	1	ОПК-2, 3, ПК-1

Связь с последующими дисциплинами (модулями), практиками, ВКР

№ п/п	Наименование предшествующей дисциплины (модуля)	Курс	Шифр компетенции последующей дисциплины (модуля), практики, ВКР
1	Деньги, кредит, банки	3	ОПК-3; ПК-5, 8
2	Макроэкономическое планирование и прогнозирование	5	ПК-3, 11
3	Эконометрика	4,5	ОПК-1,3; ПК-1, 2, 8
4	Бизнес-планирование	5	ПК-3
5	Бухгалтерский учет и анализ	4	ОК-3; ПК-5, 8
6	Методы оптимизации	3	ОПК-2, 3; ПК-4
7	Экономико-математические методы	3	ОПК-2, 3; ПК-4
8	Анализ хозяйственной деятельности	5	ПК-7, 11
9	Логистика	4	ОПК-3; ПК-2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОПК-2 способностью осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач;

ОПК-3 способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы;

ПК-1 способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач;
- методы решения типовых задач линейной алгебры;
- методы сбора и анализа исходных данных для расчета экономических и социально-экономических показателей;

уметь:

- выбирать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы
- проводить анализ данных, необходимых для расчета экономических и социально-экономических показателей, делать и обосновывать полученные выводы;
- использовать методы линейной алгебры для решения прикладных задач в экономике;

владеть:

- способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов
- навыками применения математического инструментария линейной алгебры для решения экономических задач.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) С РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПО КУРСАМ

№ курса	Виды учебных занятий	Всего часов по учебному плану	Контактная работа		Самостоятельная работа
			аудиторная*	внеаудиторная	
Зимняя сессия 2 курса	лекции	2	2	x	x
	лабораторные работы	–	–	x	x
	практические/семинарские занятия	–	–	x	x
	СРС	–	x	–	–
	СРС экз.	–	x	–	–
	Всего	2	2	–	–
Летняя сессия 2 курса	лекции	6	6	x	x
	лабораторные работы	–	–	x	x
	практические/семинарские занятия	8	8\4	x	x
	СРС	155	x	1,2+2	151,8
	СРС экз.	9	x	0,35	8,65
	Всего	172	14	3,55	160,45
ИТОГО по дисциплине		180	16	3,55	160,45

Промежуточная аттестация – экзамен на 2 курсе

Всего часов аудиторных занятий / из них проводимых в интерактивной форме.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Контактная аудиторная работа

4.1.1. Наименование тем лекций, их содержание и объем в часах

Тема 1. Матрицы и определители. Системы линейных алгебраических уравнений. 2 час., компетенции: ОПК-2, 3; ПК-1.

Определение матрицы. Линейные операции над матрицами.

Общий вид и свойства системы уравнений. Матричная форма записи системы линейных уравнений. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений (метод обратной матрицы, метод Крамера, метод Гаусса).

Литература раздел 7 [1-6]

Тема 2. Линейные пространства. 2 час., компетенции: ОПК-2, 3; ПК-1.

Определения. Линейная зависимость. Базис, координаты, размерность..

Литература раздел 7 [1-6]

Тема 3. Линейные операторы. 2 час., компетенции: ОПК-2, 3; ПК-1.

Определения и свойства. Матричное представление линейного оператора в конечномерном пространстве. Операции с линейными операторами.

Литература раздел 7 [1-6]

Тема 4. Евклидовы пространства. 2 час., компетенции: ОПК-2, 3; ПК-1.

Определения и основные метрические понятия. Ортогональный базис. Задача о перпендикуляре и нахождении элемента наилучшего приближения.

Литература раздел 7 [1-6]

4.1.2. Практические (семинарские) занятия, их наименование и объем в часах

№	Наименование тем занятий	Кол-во часов	Форма контроля	Сроки контроля	Номер компетенции	Литература
1	<i>Матрицы. Операции над матрицами. Определители.</i>	1	Опрос, проверка д/з	лабор.-экзамен. сессия	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
2	<i>Система линейных уравнений. Методы решения</i>	1	Опрос, проверка д/з	лабор.-экзамен. сессия	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
3	<i>Линейные пространства и базис. Разложение вектора по базису.</i>	1	Опрос, проверка д/з	лабор.-экзамен. сессия	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
4	<i>Операторы в конечномерном пространстве</i>	1	Опрос, проверка д/з	лабор.-экзамен. сессия	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
5	Собственные векторы и собственные значения линейного оператора.	2	Опрос, проверка д/з	лабор.-экзамен. сессия	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
6	Евклидовы пространства. Ортогонализация базиса	2	Опрос, проверка д/з	лабор.-экзамен. сессия	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]

4.1.3. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены

4.2. Самостоятельная работа

СРС – темы и (или) разделы тем для самостоятельного изучения – 151,8 час.

№	Наименование тем занятий	Кол-во часов	Номер компетенции	Литература
1	К теме 1. Транспонирование. Произведение матриц. Определители квадратных матриц. Свойства определителя. Методы вычисления определителя. Обратная матрица. Ранг матрицы. Вычисление обратной матрицы методом Гаусса. Решение систем однородных уравнений. Фундаментальные решения систем уравнений. Решение задач по темам «Операции над матрицами»; «Вычисление определителей», «Решение СЛАУ»	35	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
2	К теме 2. Примеры линейных пространств. Операции над элементами линейного пространства. Определение базиса линейного пространства. Разложение вектора по базису. Подпространства. Линейные оболочки. Решение задач по теме «Линейные пространства»	35	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
3	К теме 3. Инвариантные подпространства. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Примеры решения задач на определение собственных векторов и собственных значений линейного оператора. Решение задач по темам «Операции над линейными операторами», «Собственные векторы и собственные значения линейного оператора»	40	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]
4	К теме 4. Ортогонализация. Определитель Грамма. Метод наименьших квадратов. Поиск элементов наилучшего приближения в полиномиальном и гармоническом базисах. Решение задач по теме «Евклидовы пространства» Использование матричной алгебры. Использование систем линейных уравнений. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики. Балансовые соотношения. Линейная модель многоотраслевой экономики. Продуктивные модели Леонтьева.	41,8	ОПК-2, 3; ПК-1	7 [1-6]

СРС экз. – самостоятельная работа по подготовке к экзамену в период лабораторно-экзаменационной сессии – 8,65 ч.

4.3. Контактная внеаудиторная работа

СРС – консультации с преподавателем во время лабораторно-экзаменационной сессии – 1,2 ч.

– групповые консультации перед экзаменом – 2 ч.

СРС экз. – сдача экзамена – 0,35 ч.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ, ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер компетенции	Формулировка компетенции	
ОПК-2	способностью осуществлять сбор, анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач	
Дисциплины, формирующие компетенцию в процессе освоения образовательной программы		Этап формирования (курс)
Индекс	Наименование	
Б1.Б.07	Математический анализ	1
Б1.Б.08	Линейная алгебра	2
Б1.Б.09	Теория вероятностей и математическая статистика	2
Б1.Б.10	Методы принятия оптимальных решений	2
Б1.В.06	Методы оптимизации	3
Б1.В.07	Экономико-математические методы	3
Б1.В.12	Документирование управленческой деятельности	5
Б1.В.ДВ.03.02	Химия	3
Б1.В.ДВ.08.02	Моделирование банковской деятельности	5
Б2.В.01(У)	Экономическая (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности)	1
ФТД.В.01	Английский язык в профессиональной коммуникации	5
ФТД.В.02	История экономики	5

Номер компетенции	Формулировка компетенции	
ОПК-3	способностью выбрать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы	
Дисциплины, формирующие компетенцию в процессе освоения образовательной программы		Этап формирования (курс)
Индекс	Наименование	
Б1.Б.07	Математический анализ	1

Б1.Б.08	Линейная алгебра	2
Б1.Б.09	Теория вероятностей и математическая статистика	2
Б1.Б.10	Методы принятия оптимальных решений	2
Б1.Б.12	Микроэкономика	1
Б1.Б.13	Эконометрика	4,5
Б1.Б.17	Статистика	2
Б1.Б.19	Деньги, кредит, банки	3
Б1.В.06	Методы оптимизации	3
Б1.В.07	Экономико-математические методы	3
Б1.В.17	Психология рекламы и предпринимательства	2
Б1.В.21	Системный анализ	3
Б1.В.ДВ.10.02	Логистика	4
Б2.В.02(П)	1-я производственная (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)	3

Номер компетенции	Формулировка компетенции	
ПК-1	способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов	
Дисциплины, формирующие компетенцию в процессе освоения образовательной программы		Этап формирования (курс)
Индекс	Наименование	
Б1.Б.7	Математический анализ	1
Б1.Б.8	Линейная алгебра	2
Б1.Б.9	Теория вероятностей и математическая статистика	2
Б1.Б.10	Методы принятия оптимальных решений	2
Б1.Б.13	Эконометрика	4,5
Б2.У.1	Экономическая	1
Б2.У.2	Учебная практика	2
Б2.П.1	1-я производственная практика	3
Б2.П.2	Технологическая	4

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Оценка сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации проводится по экзаменационным билетам.

Экзаменационные билеты должны включать в себя вопросы для оценки знаний, умений и навыков. Количество вопросов в экзаменационных билетах 5. Экзамен проводится в форме собеседования.

Номер компетенции	Показатели оценивания компетенций (знания и (или) умения, и (или) навыки, и (или) опыт деятельности, формируемые данной компетенцией)	Критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
		1-й уровень «Узнавание»	2-й уровень «Воспроизведение»	3-й уровень «Применение»
ОПК-2	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы сбора и анализа исходных данных для расчета экономических и социально-экономических показателей; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать методы линейной алгебры для решения прикладных задач в экономике; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов 	+	+	+
ОПК-3	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ и обработку данных, необходимых для решения профессиональных задач; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выбирать инструментальные средства для обработки экономических данных в соответствии с поставленной задачей, проанализировать результаты расчетов и обосновать полученные выводы <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов 	+	+	+
ПК-1	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы решения типовых задач линейной алгебры; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ данных, необходимых для расчета экономических и социально-экономических показателей, делать и обосновывать полученные выводы; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками применения математического инструментария линейной алгебры для решения экономических задач. 	+	+	+

Шкала оценивания компетенций:

«отлично» – обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объеме изложил содержание теоретических экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций;

«хорошо» – обучающийся правильно, но не достаточно полно изложил содержание теоретических экзаменационных вопросов, успешно выполнил практические задания, испытывал затруднения при ответе на дополнительные вопросы, показал продвинутый уровень сформированных компетенций;

«удовлетворительно» – обучающийся изложил содержание основные положения теоретических экзаменационных вопросов, правильно выполнил практическое задание, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, показал пороговый уровень сформированных компетенций;

«неудовлетворительно» – обучающийся не справился с большинством теоретических экзаменационных вопросов и (или) не справился с выполнением практических заданий.

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Материалы для оценивания знаний:

1. Определение матрицы.
2. Линейные операции над матрицами. Свойства операций.
3. Транспонирование матрицы.
5. Произведение матриц.
6. Понятие определителя матрицы.
7. Основные свойства определителей.
8. Минор и алгебраическое дополнение.
9. Обратная матрица.
10. Ранг матрицы и системы векторов.
11. Понятие линейного пространства.
12. Вектор в линейном пространстве.
13. Линейная зависимость векторов.
14. Базис и ранг системы векторов.
15. Разложение вектора по базису.
16. Размерность линейного пространства.
17. Разложение вектора по базису.
18. Подпространства.
19. Линейные оболочки.
20. Определение и свойства системы уравнений.
21. Матричная форма записи системы линейных уравнений.

22. Метод обратной матрицы.
23. Метод Крамера.
24. Метод Гаусса.
25. Вычисление обратной матрицы методом Гаусса.
26. Решение систем однородных уравнений.
27. Фундаментальные решения систем уравнений.
28. Характеристическое уравнение системы.
29. Определение линейного оператора.
30. Свойства линейного оператора.
31. Матричное представление линейного оператора в конечномерном пространстве.
32. Операции с линейными операторами.
33. Инвариантные подпространства.
34. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора.
35. Определение евклидова пространства.
36. Понятие метрики.
37. Базис евклидова пространства.
38. Ортогональный базис.
39. Задача о перпендикуляре и нахождении элемента наилучшего приближения.
40. Метод ортогонализации системы векторов.
41. Определитель Грама.
42. Метод наименьших квадратов.
43. Поиск элементов наилучшего приближения в полиномиальном и гармоническом базисах.
44. Модель Леонтьева многоотраслевой экономики.
45. Использование систем линейных уравнений при решении задач экономики.
46. Балансовые соотношения.
47. Линейная модель многоотраслевой экономики.
48. Продуктивные модели Леонтьева.

Материалы для оценивания умений и навыков включают следующие типовые задачи:

1. Для заданных матриц $A = \begin{pmatrix} 1 & 6 & 5 \\ 8 & 0 & 4 \\ 3 & 9 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 4 & 9 & 3 \\ 0 & 1 & 9 \\ 4 & 6 & 6 \end{pmatrix}$, $C = \begin{pmatrix} 8 & 1 & 5 \\ 0 & 1 & 6 \\ 8 & 9 & 3 \end{pmatrix}$ вычислить

$A^T B - C$.

2. Найти обратную матрицу $A = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 5 \\ 8 & 0 & 4 \\ 6 & 6 & 6 \end{pmatrix}$.

3. Вычислить определитель матрицы, разложив его по второй строке: $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 2 & 4 & 6 \\ 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$.

4. Решить систему уравнений методом Крамера (Гаусса или матричным методом):

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 5 \\ 4x_1 + x_2 - 5x_3 = -3 \\ x_1 - 3x_2 + x_3 = -6 \end{cases}$$

5. Проверить систему на совместность и найти общее решение

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

6. Выясните, является ли множество V_3 всех векторов, коллинеарных фиксированной прямой, линейным пространством относительно обычных операций сложения и умножения вектора на число.

7. Проверить является ли данная система векторов линейно зависимой: $a_1 = (1, 2, 1)$, $a_2 = (1, 1, -1)$, $a_3 = (1, 3, 3)$.

8. Векторы e_1, e_2, e_3 и x заданы своими координатами в некотором базисе. Показать, что векторы e_1, e_2, e_3 сами образуют базис и найти координаты вектора x в этом базисе: $e_1 = (-1, 1, 0)$, $e_2 = (1, 0, -7)$, $e_3 = (-1, 1, 3)$, $x = (2, 1, 3)$.

9. Найти ранг системы векторов $a_1 = (1, 0, 0, -1)$, $a_2 = (2, 1, 1, 0)$, $a_3 = (1, 1, 1, 1)$, $a_4 = (1, 2, 3, 4)$, $a_5 = (0, 1, 2, 3)$.

10. Найти координаты вектора $x = 2i + j - k$ в базисе (e'_1, e'_2, e'_3) , где $e'_1 = -i + 2j - k$, $e'_2 = i + j$, $e'_3 = i - k$.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Реализация образовательного процесса по учебной дисциплине осуществляется за счет аудиторного фонда ЮРГПУ (НПИ), оснащенного мультимедийным оборудованием и программным обеспечением.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Учебно-методическое обеспечение

7.1.1. Основная учебная литература

1. Буров А. Н., Соснина Э. Г. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Изд-во: НГТУ, 2012. – 186 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>

2. Михалев А. В., Михалев А. А. Алгебра матриц и линейные пространства, Ч. 1. Начала алгебры [Электронный ресурс]. – Изд-во.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 146 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

3. Кузнецов Б.Т. Математика [Электронный ресурс]: учебник – М.: Юнити-Дана, 2012. – 719 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

7.1.2. Дополнительная учебная литература

4. Туганбаев А. А. Линейная алгебра [Электронный ресурс]: учебное пособие – М.: Флинта, 2012. – 74 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

5. Углирж Ю. Г. Линейная алгебра. Аналитическая геометрия [Электронный ресурс]: учебное пособие – Изд-во: Омский государственный университет, 2013. – 148 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

6. Сборник задач по аналитической геометрии и линейной алгебре [Электронный ресурс] – М.: Логос, 2005. – 368 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

7. Теплов С. Е., Романников А. Н. Линейная алгебра и аналитическая геометрия [Электронный ресурс]: учебно-практическое пособие – Изд-во: Евразийский открытый институт, 2011. – 271 с. – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>.

Комплект лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows 7,8,10 Enterprise лицензия V4640039

Microsoft Office 2010,2013,2016 Professional лицензия V4640039