

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом факультета
трансферных специальностей

Протокол № _____ от « ____ » _____ 200__ г.

Председатель (декан) _____ А. Г. Сквиков
(подпись, расшифровка подписи)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина:	Линейное программирование

Кафедра:	Информационные технологии
	_____ (<u>ИТ</u>) аббревиатура

Специальность (направление):

- 351400 – «Прикладная информатика (в экономике)»
- 080105 – «Финансы и кредит»

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « ____ » _____ 200__ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура ка- федры	Ученая степень, звание
Семущин И.В.	ИТ	Д.т.н., проф.

Заведующий кафедрой	
_____ / _____ / (ФИО) (Подпись)	
« ____ » _____ 200__ г.	

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Цели и задачи изучения дисциплины

К линейному программированию как инструменту решения оптимизационных задач обращаются многие. Основные его пользователи – те, кто решают проблемы управления, организации и планирования производства, или эффективного использования ресурсов. Реализацией на ЭВМ соответствующих математических пакетов занимаются специалисты–математики, а адаптацией и сопровождением пакетов – специалисты по информационным системам и технологиям. Для специалистов (не пользователей) весьма важно понимание линейного программирования «изнутри». Оно не дается «слепым» использованием готовых программных продуктов, а приобретается только лишь через личный опыт разработки компьютерных программ, реализующих тот или иной алгоритм.

Данный курс предназначен для студентов, заинтересованных стать экспертами по линейному программированию. Поэтому в нем делается акцент на компьютерную реализацию методов и алгоритмов линейного программирования. Это отличает его от других близких курсов (например, Методы оптимальных решений), где на первое место ставится задача подготовки грамотных пользователей готовых программных продуктов.

В соответствии с таким предназначением, целью данного курса являются базовые умения и навыки в области разработки программных средств решения оптимизационных задач, сводящихся к задаче линейного программирования; понимание основных идей, особенностей и условий применения таких средств, а также подготовка студентов к применению этих знаний в дальнейшей учебе и практической деятельности. В этом курсе студенты изучают основные алгоритмы симплекс-метода в линейном программировании, разрабатывают собственные программ их реализации и проводят численное решение конкретных, содержательных задач из реальной жизни.

1. Требования к уровню освоения дисциплины:

В результате изучения этого курса студенты будут:

- иметь представление о том, как линейное программирование применяется к проблемам реального мира и как с помощью симплекс-метода решаются практические задачи максимизации линейной функции прибыли или минимизации линейной функции затрат в условиях линейных ограничений на имеющиеся ресурсы;
- знать основные теоретические положения задачи линейного программирования;
- уметь доказывать справедливость рабочих алгоритмов симплекс-метода; использовать литературные источники; использовать персональный компьютер для программирования этих алгоритмов; эффективно конспектировать материал и распоряжаться рабочим временем;
- обладать навыками аналитического мышления, позволяющими понимать приведение вербальной постановки задачи линейного программирования к ее математической формулировке;
- располагать реальным опытом разработки компьютерных программ высокого (почти профессионального) уровня и применения компьютеров посредством написания, отладки и многочисленных прогонов своих программ.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

2. Объем дисциплины

3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения – дневная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		1	2	3
Аудиторные занятия:	68	68		
Лекции	34	34		
практические и семинарские занятия	17	17		
лабораторные работы (лабораторный практикум)	17	17		
Самостоятельная работа	68	68		
Всего часов по дисциплине	136	136		
Текущий контроль (количество и вид)	2 коллоквиума и 1 контрольная работа	2 коллоквиума и 1 контрольная работа		
Курсовая работа	0	0		
Виды промежуточного контроля (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен		

3.2. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения – дневная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий			
		Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинар	лабораторная работа	
Раздел 1. Стандартная задача линейного программирования (ЛП) (4 час)					
1. Постановка ЛП-задачи и графическая иллюстрация. Выпуклость множества допустимых решений. Существование базисных допустимых решений (БДР).	2	1	0	0	1
2. Тождественность БДР и вершин множества допустимых решений. Совпадение решения задачи ЛП с вершиной допустимого множества.	2	1	0	0	1
Раздел 2. Симплекс-метод (38 час)					
3. Приведение задачи ЛП к канонической форме для базиса.	8	2	1	1	4

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Симплекс-метод при известном базисном допустимом решении.					
4. Алгоритм симплекс-метода при известном БДР. Организация вычислений.	10	2	2	1	5
5. Симплекс-метод без порождения начального БДР.	10	2	2	1	5
6. Симплекс-метод с порождением БДР.	10	2	2	1	5
Раздел 3. Двойственный симплекс-метод (28 час)					
7. Алгоритм с корректным видом базиса. (3 час)	12	2	2	2	6
8. Алгоритм без корректного вида базиса.	6	2	0	1	3
9. Алгоритм без корректного вида базиса с искусственными переменными.	10	2	2	1	5
Раздел 4. Модифицированный симплекс-метод (34 час)					
10. Симплекс множителя. Обратный базис. Обновление симплекс множителей.	4	1	1	0	2
11. Алгоритм модифицированного симплекс-метода.	12	2	3	1	6
12. Модифицированный двойственный симплекс-метод.	4	1	0	1	2
13. Модифицированный метод с искусственными переменными.	6	2	0	1	3
14. Модифицированный ДСМ с искусственными переменными.	4	1	0	1	2
15. Добавление ограничения в модифицированный метод.	4	1	0	1	2
Раздел 5. Особые случаи (8 час)					
16. Допустимая область не существует. Допустимая область не ограничена. Неединственность оптимальных решений. Вырожденный базис.	8	0	0	4	4
Раздел 6. Двойственность в линейном программировании (16 час)					
17. Прямая и двойственная задачи. Теоремы двойственности.	8	2	2	0	4
18. Анализ полученного решения с точки зрения двойственности.	8	4	0	0	4
Раздел 7. Транспортная задача (ТЗ) и другие задачи ЛП (8 час)					
19. Постановка ТЗ и ее решение. Алгоритм Хитчкока.	4	2	0	0	2
20. Другие задачи ЛП. Анализ устойчивости решения.	4	2	0	0	2
Всего часов по темам и видам учебной работы					
Всего часов	136	34	17	17	68

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

3. Содержание курса (Лекции)

Раздел 1. Стандартная задача линейного программирования (ЛП) (2 час)

Тема 1. Постановка ЛП-задачи и графическая иллюстрация. Выпуклость множества допустимых решений. Существование базисных допустимых решений (БДР).

Тема 2. Тождественность БДР и вершин множества допустимых решений. Совпадение решения задачи ЛП с вершиной допустимого множества.

Раздел 2. Симплекс-метод (8 час)

Тема 3. Приведение задачи ЛП к канонической форме для базиса. Симплекс-метод при известном базисном допустимом решении.

Тема 4. Алгоритм симплекс-метода при известном БДР. Организация вычислений.

Тема 5. Симплекс-метод без порождения начального БДР.

Тема 6. Симплекс-метод с порождением БДР.

Раздел 3. Двойственный симплекс-метод (6 час)

Тема 7. Алгоритм с корректным видом базиса.

Тема 8. Алгоритм без корректного вида базиса.

Тема 9. Алгоритм без корректного вида базиса с искусственными переменными.

Раздел 4. Модифицированный симплекс-метод (8 час)

Тема 10. Симплекс множителя. Обращенный базис. Обновление симплекс множителей.

Тема 11. Алгоритм модифицированного симплекс-метода.

Тема 12. Модифицированный двойственный симплекс-метод.

Тема 13. Модифицированный метод с искусственными переменными.

Тема 14. Модифицированный ДСМ с искусственными переменными.

Тема 15. Добавление ограничения в модифицированный метод.

Раздел 5. Особые случаи (0 час)

Тема 16. Допустимая область не существует. Допустимая область не ограничена. Неединственность оптимальных решений. Вырожденный базис.

Раздел 6. Двойственность в линейном программировании (6 час)

Тема 17. Прямая и двойственная задачи. Теоремы двойственности.

Тема 18. Анализ полученного решения с точки зрения двойственности

Раздел 7. Транспортная задача (ТЗ) и другие задачи ЛП (4 час)

Тема 19. Постановка ТЗ и ее решение. Алгоритм Хитчкока.

Тема 20. Другие задачи ЛП. Анализ устойчивости решения.

4. Темы практических или семинарских занятий

Тема 1. Приведение задачи ЛП к канонической форме для базиса. Симплекс-метод при известном базисном допустимом решении. (1 час)

Тема 2. Алгоритм симплекс-метода при известном БДР. Организация вычислений. (2 час)

Тема 3. Симплекс-метод без порождения начального БДР. (2 час)

Тема 4. Симплекс-метод с порождением БДР. (2 час)

Тема 5. Алгоритм двойственного симплекс-метода с корректным видом базиса. (2 час)

Тема 6. Алгоритм двойственного симплекс-метода без корректного вида базиса с искусственными переменными. (2 час)

Тема 7. Модифицированный симплекс-метод. Симплекс множителя. Обращенный базис. Обновление симплекс множителей. (1 час)

Тема 8. Алгоритм модифицированного симплекс-метода. (3 час)

Тема 9. Прямая и двойственная задачи. Теоремы двойственности. (2 час)

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

5. Лабораторные работы (лабораторный практикум)

Основной вариант проведения лабораторных работ:

Лабораторные работы проводятся на готовом интерактивном (электронном) учебном пособии (см. ниже) в соответствии со следующими заданиями:

Лабораторная работа **№1**: Симплекс-метод (4 час)

Лабораторная работа **№2**: Двойственный симплекс-метод (4 час)

Лабораторная работа **№3**: Модифицированный симплекс-метод (5 час)

Лабораторная работа **№4**: Особые случаи (4 час)

Цель – на практике овладеть алгоритмами решения задач линейного программирования.

Содержание – демонстрация алгоритмов симплекс-метода в действии на компьютере.

Ожидаемые результаты – заполненные на экране компьютера симплекс-таблицы в пошаговом режиме.

Альтернативный (поощрительный) вариант проведения лабораторных работ:

Студентам предлагается (на их выбор) разработать собственные программы по одной из первых трех тем указанных выше лабораторных работ. Цель – приобрести навыки разработки функционально полноценных программ прикладного назначения. Содержание – написать и отладить программу, реализующую заданный вариант симплекс-метода и предусмотреть сообщения, предупреждающие об особых случаях. Ожидаемые результаты – выведенные на экран симплекс-таблицы в пошаговом (демонстрационном) и рабочем режиме.

Весь комплекс лабораторных работ и каждая лабораторная работа в отдельности сопровождаются методическими указаниями по их выполнению, оформленными в виде отдельного приложения к рабочей программе – Учебное пособие «И.В. Семушин, Е.Е. Курьшова. Практикум по методам оптимизации – Компьютерный (интерактивный) курс. Ульяновск, 2005» Оно выложено на сайте <http://www.ulsu.ru/staff/homepages/semushin/> и сдано в библиотеку УлГУ.

6. Тематика контрольных работ

Контрольная работа №1: Алгоритм симплекс-метода при его случайном выборе из трех возможных вариантов: (1) стандартный симплекс-метод, (2) двойственный симплекс-метод или (3) модифицированный симплекс-метод. Задачи для контрольной работы берутся из учебного пособия: «И.В. Семушин. Практикум по методам оптимизации – Компьютерный курс. Ульяновск, 2005». Оно сдано в библиотеку УлГУ и выложено на сайте <http://www.ulsu.ru/staff/homepages/semushin/>.

7. Вопросы экзамена

1. Постановка ЛП-задачи и графическая иллюстрация.
2. Выпуклость множества допустимых решений.
3. Существование базисных допустимых решений (БДР).
4. Тожественность БДР и вершин множества допустимых решений.
5. Совпадение решения задачи ЛП с вершиной допустимого множества.
6. Приведение задачи ЛП к канонической форме для базиса.
7. Симплекс-метод при известном базисном допустимом решении.
8. Алгоритм симплекс-метода при известном БДР. Организация вычислений.
9. Симплекс-метод без порождения начального БДР.
10. Симплекс-метод с порождением БДР.

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

11. Алгоритм симплекс-метода с корректным видом базиса.
12. Алгоритм симплекс-метода без корректного вида базиса.
13. Алгоритм симплекс-метода без корректного вида базиса с искусственными переменными.
14. Симплекс множители. Обращенный базис. Обновление симплекс множителей.
15. Алгоритм модифицированного симплекс-метода.
16. Модифицированный двойственный симплекс-метод.
17. Модифицированный метод с искусственными переменными.
18. Модифицированный двойственный симплекс-метод с искусственными переменными.
19. Добавление ограничения в модифицированный симплекс-метод.
20. Особый случай: Допустимая область не существует.
21. Особый случай: Допустимая область не ограничена.
22. Особый случай: Неединственность оптимальных решений.
23. Особый случай: Вырожденный базис.
24. Прямая и двойственная задачи. Теоремы двойственности.
25. Анализ полученного решения с точки зрения двойственности
26. Постановка транспортной задачи и ее решение. Алгоритм Хитчкока.
27. Анализ устойчивости решения ЛП-задачи.

8. Критерии оценки учебной работы студента

Общее правило:

- Оценка работы студента есть взвешенное среднее посещаемости (А), домашней работы (Н) и экзаменов (Е), где под "экзаменами" (см. подробнее ниже) понимается учет не только финального экзамена (во время сессии), но и контрольных работ в течение семестра:

5 % - посещаемость

*Этот вес действует только в случае, если студент посещает занятия. Если студент пропускает занятия, этот вес прогрессивно возрастает (см. разд. **Посещаемость**). Студент может получить "неудовлетворительно" исключительно в результате низкой посещаемости !*

30 % - домашняя работа

65 % - экзамены

Таким образом, финальная оценка (FG) вычисляется по правилу:

$$FG = 0.05 A + 0.30 H + 0.65 E,$$

где каждая составляющая:

А = посещаемость,

Н = домашняя работа,

Е = экзамены

выражается целым числом от 1 до 100 баллов.

- Эта итоговая оценка затем отображается на стандартную шкалу оценок:
83 – 100 = "отлично"
70 – 82 = "хорошо"

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

56 – 69 = "удовлетворительно"

0 – 55 = "неудовлетворительно"

Пример 1:

Иван С. Студент имеет следующие баллы:

$$A = 90, H = 87, E = 83. \text{ Тогда } 0.05 \times 90 + 0.30 \times 87 + 0.65 \times 83 = 84.6.$$

Следовательно, Иван заработал "отлично".

Посещаемость

- Каждое учебное занятие, в том числе лекция, начинается с росписи студента в явочном листе. Поставить свою роспись – личная ответственность **студента**. Отсутствие росписи означает отсутствие студента на занятии. Чтобы отсутствие студента было расценено как уважительное, студент должен известить об этом преподавателя своевременно (т.е. в течение одной недели до или после занятия). Приемлемая форма предупреждения – телефонное сообщение на рабочий телефон (секретарю кафедры) или записка преподавателю (через секретаря кафедры).
- Оценка студента за посещаемость будет определяться по следующей таблице:

Число неуважительных пропусков *	Балл	Вклад в итоговую оценку
0	100	+5
1	90	+4.5
2	50	+2.5
3	0	+0
4	-50	-2.5
5	-100	-5
6	-150	-7.5
7	-200	-10
8	-400	-20
9	-600	-30
10	-800	-40

- При числе **неуважительных** пропусков выше девяти у студента нет практического шанса получить положительную итоговую оценку за весь курс.
* Неуважительный пропуск есть пропуск занятия, который не связан с болезнью, с семейной утратой или с факультетским мероприятием.
- Студент может иметь максимум 8 уважительных пропусков. После этого **все пропуски считаются неуважительными !**

Если спортсмену необходимо пропустить занятие по уважительной причине, его тренеру следует известить об этом преподавателя заранее в письменной форме. Если студент болен, он должен позвонить на кафедру, чтобы преподавателя об этом известили. Пропуск будет неуважительным, если преподавателя не известят в течение одной недели отсутствия студента. Предпочтительно, чтобы студент оставлял телефонное со-

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

общение или передавали записку секретарю кафедры, нежели сообщал преподавателю лично о своих пропусках. Сообщение должно содержать номер группы, день и время пропускаемого занятия, название предмета и, конечно, имя и фамилию студента.

Пример 2:

Студент Петр П. имеет следующие баллы:

$$A = -100, H = 100, E = 100.$$

(он допустил 5 неуважительных пропусков).

$$\text{Тогда } FG = 0.05 \times (-100) + 0.30 \times 100 + 0.65 \times 100 = 90.$$

Следовательно, Петр П. заработал "отлично". Если же он при этом допустил 10 неуважительных пропуска, то тогда его $A = -800$ и, соответственно

$$FG = 0.05 \times (-800) + 0.30 \times 100 + 0.65 \times 100 = 55.$$

Петр П. получает $FG = 55$ и, соответственно, оценку "неудовлетворительно".

Студентам надо иметь в виду, что оценки зарабатываются !

Домашняя работа

- Студенту будет предложен ряд домашних заданий, которые – по нашему предположению – он выполнит и сдаст. Баллы за отдельные задания складываются и тем самым образуют H , т.е. оценку за этот вид учебной работы студента. Любая сдача домашнего задания позже установленного срока повлечет уменьшение оценки H на 10 баллов. За каждое невыполненное задание в H поступает 0.
- По данному курсу домашние задания представляют собой задания на лабораторные работы. Студенту предлагается выполнить 4 такие работы за семестр (см. выше разд.5), т.е. ему выдаются 4 задания. Максимальное количество баллов H , которое можно заработать за всю домашнюю работу, составляет 100. Эти 100 баллов мы разделяем определенным образом между общим числом выданных домашних заданий.
- Если студент выбирает альтернативный вариант выполнения лабораторных работ (см. выше разд.5), то за выполненную безупречно и в полном объеме лабораторную работу студент заработает 100 баллов. Это максимально возможное число баллов за лабораторную работу будет уменьшено, если защита данной работы студентом не отвечает всем требованиям, изложенным в учебном пособии к лабораторным работам «И.В. Семушин. Практикум по методам оптимизации – Компьютерный курс. Ульяновск, 2005».

Преподаватель, ведущий лабораторные занятия в дисплейном классе, назначит сроки сдачи лабораторных работ и на каждом занятии всегда с готовностью поможет студенту, если тот ясно сформулировал те конкретные вопросы, которые у него возникли дома. Преподаватель, ведущий семинарские (практические) занятия, поможет студенту и всей аудитории, когда студент будет рассказывать, как он понимает и как дома программирует тот или иной алгоритм.

Экзамены

- Оценка за экзамены, т.е. величина E в составе финальной оценки, определяемой по формуле

$$FG = 0.05 A + 0.30 H + 0.65 E,$$

будет определена как равномерно взвешенное среднее результатов письменной

Федеральное агентство по образованию Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

контрольной работы, двух коллоквиумов в течение семестра и устного ответа на экзамене во время экзаменационной сессии. При том, что контрольная работа письменно проверяет умение студента решать задачи, устные коллоквиумы и экзамен суть проверка знания основных положений теории, умения доказывать эти положения и делать из них логические выводы. В совокупности, эти (письменная и устная) части экзамена покрывают весь учебный курс. Для этого мы проводим 2 коллоквиума и одну контрольную работу в течение семестра.

- Контрольная работа и коллоквиумы будут объявлены студентам заранее – не позднее, чем за неделю. Если студент собирается пропустить контрольную работу или коллоквиум (это должен быть уважительный пропуск), преподаватель предпочтет, чтобы студент написал эту работу раньше назначенного срока. Если студент не сможет написать контрольную работу до назначенного срока, то он должен принять все меры к тому, чтобы написать ее в течение недели после контрольного срока. По истечении недели после этого студент получит ноль. Студент также получит ноль за неуважительный пропуск контрольной работы или коллоквиума.

Мы переписываем и заменяем некоторые задания или делаем небольшие вариации в постановке экзаменационных вопросов по сравнению с теми, которые опубликованы в этой рабочей программе (или на web сайте). Об этом будет объявлено за две недели до контрольных работ и финального экзамена.

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Банди, Б. Основы линейного программирования / Б. Банди – Пер. с англ. под ред. В. А. Волынского. М., Радио и связь, 1989. – 176 с.
2. Семушин, И. В. Практикум по методам оптимизации Компьютерный курс: учеб. пособие для вузов / И. В. Семушин. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 146 с.
3. Семушин, И. В., Курьшова Е. Е. Практикум по методам оптимизации Компьютерный (PDF-интерактивный) курс / И. В. Семушин. – Ульяновск: УлГУ, 2005. – 146 с.
4. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич: Учеб. пособие для студ. вузов. – М.: Высш. шк., 1986. – 319 с. (2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1993. – 336 с.)

Дополнительная литература:

1. Ашманов С. А. Линейное программирование. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 340 с.
2. Зайченко Ю. П. Исследование операций. – Киев: Вища школа, 1975. . – 320 с.

Материально-техническое или информационное обеспечение дисциплины – дисплейные классы университета.

Примечание: Разделы, не предусмотренные учебным планом специальности (направления) исключены.