



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Чайковский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

Кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

МП.12.8-2020

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРЕДПИСАНИЯ

к выполнению курсовой работы
по дисциплине
«Исследование операций»

Направление 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Методические предписания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации систем».

Методические предписания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации систем» предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. В методических указаниях содержатся рекомендации по выполнению курсовой работы, требования к оформлению пояснительной записки, краткая инструкция работы с оптимизационным пакетом прикладных программ Lindo.

Составил ст. преподаватель

Т.В. Лабутина

Методические предписания обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Автоматизации, информационных и инженерных технологий» ЧФ ПНИПУ

« ____ » _____ 20__ г., протокол № ____.

Зав. кафедрой АИИТ

И.А. Горяева

СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задачи курсовой работы	4
Порядок выполнения курсовой работы	4
Методические рекомендации	5
Инструкция по работе с LINDO	8
Приложение А. Расшифровка отчета LINDO	11
Приложение Б. Пример оформления титульного листа	12

Цель и задачи курсовой работы

Курсовая работа по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации систем» выполняется в соответствии с учебным планом направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника. Она посвящена анализу, формализации и решению оптимизационных задач, схожих по содержанию (но не размерности) с задачами планирования и управления сложными системами.

Цель курсовой работы — закрепление и углубление знаний, полученных студентами в процессе изучения курса «Исследование операций и методы оптимизации систем», развитие навыков самостоятельной работы при решении конкретных оптимизационных задач, освоение и практическое применение оптимизационного пакета прикладных программ (например, ППП «LINDO»).

Выполнение работы требует от студента творческого подхода, так как заранее не регламентируется ни структура модели, ни метод решения и не выдаются какие-либо готовые формулы расчета. С этой точки зрения курсовую работу следует рассматривать как учебно-исследовательскую.

Порядок выполнения курсовой работы

Курсовая работа выполняется в течение одного семестра в соответствии с графиком, рекомендуемым преподавателем, и должна быть закончена и сдана на проверку не позднее, чем за 2 недели до начала сессии.

Во время работы над заданием студент может систематически получать консультации преподавателя, руководящего курсовой работой. На консультациях также ведется учет фактически проделанной работы, для чего студент должен представлять преподавателю задание и черновые записи. Поэтому посещение консультаций не реже 1 раза в 2 недели является обязательным.

Студенту предоставляется большая самостоятельность в решении поставленной задачи, однако для исключения возможных грубых ошибок рекомендуется согласовывать все принципиальные вопросы с руководителем курсовой работы.

Выполнение курсовой работы требует в среднем 15-20 часов, включая оформление.

Как правило, задачи необходимо решать как «вручную», так и на компьютере. В отдельных случаях (при чрезмерной трудоемкости ручного решения) разрешается решать задачу только на компьютере. При этом увеличивается объем исследований, выполняемых с использованием оптимизационного пакета.

Оформленная курсовая работа сдается на проверку преподавателю. При выявлении принципиальных ошибок работа возвращается студенту на доработку. После проверки

проводится собеседование, во время которого преподаватель знакомит исполнителя со своими замечаниями по работе и задает ему вопросы в рамках выполненного задания и соответствующих теоретических положений.

При определении оценки принимаются во внимание степень самостоятельности выполнения работы, качество проработки всех вопросов, правильность оформления пояснительной записки, а также учитывается своевременность сдачи работы и результаты собеседования.

Методические рекомендации

Рекомендуется общая процедура выполнения работы, в которую входят следующие этапы:

1. Осмысливание задачи, проработка литературы.
2. Преобразование исходных данных.
3. Построение математической модели.
4. Выбор метода решения.
5. Решение.
6. Анализ полученных результатов.
7. Оформление.

Выполнение курсовой работы следует начинать с осмысления поставленной задачи.

Нужно добиться четкого понимания каждого условия, каждого пункта требований, внимательно просмотреть исходные данные и оценить возможные пути решения. Такой подход позволяет целенаправленно подобрать литературу, необходимую для выполнения работы.

Преобразование исходных данных не обязательно следует за первым этапом. Нередко оно выполняется до и после построения математической модели или только после него. В результате преобразования проясняется структура модели, и определяются численные значения всех параметров, входящих в модель.

К третьему этапу должен быть содержательно определен критерий оптимизации. В тех случаях, когда возможно ввести несколько критериев, каждый из них надо описать и затем обосновать выбор того критерия, по которому будет отыскиваться оптимальное решение (если не оговорено решение по нескольким критериям).

Важнейшим моментом построения модели является введение искомых переменных. От того, как будут введены переменные, зависит и размерность модели, и метод решения, и удобство использования полученных результатов.

Если переменные не позволяют записать в математической форме критерий и все условия задачи, то они введены неверно. Число вводимых переменных должно быть как можно меньше (но не за счет увеличения числа ограничений модели), и каждая переменная должна иметь простой физический смысл. Следует подумать также об удобстве использования отыскиваемого решения, так как неудачно введенные переменные требуют дополнительных вычислений для передачи решения на внедрение. Во многих заданиях введение переменных имеет ключевое значение. Обдумывая варианты переменных, полезно задаваться вопросом «Что нужно найти?» или «Что нужно сказать исполнителю, чтобы он мог реализовать предлагаемое решение?» Очень часто «что» определяет прямо (иногда косвенно) смысл вводимых переменных.

При построении моделей должны быть учтены все условия и ограничения, вытекающие из задания. Далеко не всегда все ограничения видны сразу. Поэтому необходимо тщательно анализировать выполнимость всех условий и добиваться непротиворечивости возможных (по модели) и реально допустимых значений переменных и показателей.

Если модель дает тривиальное решение, например, оптимальное поведение состоит в том, чтобы ничего не делать (не производить), то это указывает на неадекватность модели.

После того, как получена адекватная математическая модель, нужно исследовать возможность ее упрощения. Одним из способов упрощения является выявление и исключение избыточных ограничений.

Иногда удается упростить модель путем эквивалентных преобразований. В каждом из предлагаемых заданий задача может быть приведена (преобразована) к задаче линейного программирования с непрерывными и (или) целочисленными переменными. Окончательно модель представляют в виде, удобном для дальнейшего использования.

Математическая модель позволяет изучать поведение описываемой ею системы и, что особенно важно, находить наилучшие решения. Как правило, оптимальное решение может быть получено разными методами. Выбор и обоснование метода оптимизации и составляют содержание четвертого этапа. Обоснование должно опираться, прежде всего, на полную характеристику математической модели, а также на сравнительный анализ возможных методов решения.

Построение математической модели и выбор метода оптимизации — это этапы, которые в наибольшей степени требуют творческой работы.

На пятом этапе реализуется выбранный метод. Как уже указывалось выше, часть задания выполняется вручную.

В целом же задача решается и исследуется на ПК с помощью оптимизационной программы (ППП «LINDO»). Следует иметь в виду, что методы решения на ПК и вручную могут быть разными. Однако результаты, безусловно, должны совпадать.

На шестом этапе проводится детальный анализ полученных результатов. Здесь целесообразно оценить диапазон изменения критерия, его чувствительность к изменению переменных и параметров, выяснить количество оптимальных решений. Если оптимальное решение не единственное, то нужно показать другие решения и, если возможно, записать все множество оптимальных решений в общем виде. При использовании методов линейного программирования к анализу решения должны привлекаться двойственные переменные. Очень важно и полезно интерпретировать полученные результаты.

Наконец, все результаты должны быть представлены в виде, удобном и понятном неспециалистам по теории принятия решений (на практике таковыми обычно являются заказчики работы).

В выводах по работе следует констатировать, что сделано и какие получены результаты (на основе оптимального решения и его анализа). В случае несовпадения методов решения сравнить эффективность «ручного» и «машинного» вариантов.

Выполнение курсовой работы завершается оформлением всех материалов в виде расчетно-пояснительной записки. Ориентировочный объем записки (не считая приложения) 15—20 страниц.

Изложение должно быть грамотным, последовательным и четким, без повторений.

Все решения необходимо обосновывать, а вводимые обозначения расшифровывать. Если преобразование исходных данных требует большого объема однотипных арифметических действий, то расчет поясняется на одном - двух примерах, а все окончательные результаты сводятся в таблицу. При выборе алгоритма оптимизации, который детально не рассматривался на занятиях, необходимо приводить краткое описание или его блок-схему. При использовании эвристического алгоритма (по заданию) должны быть четко сформулированы правила, на которых он строится.

Материалы в пояснительной записке рекомендуется располагать в следующем порядке:

1. Титульный лист (см. приложение 2).
2. Оглавление с указанием страниц.
3. Задание на курсовую работу.
4. Расчетно-пояснительная часть.
6. Заключение (выводы).
6. Список литературы.

При необходимости пояснительная записка может содержать приложения, в которые выносятся вспомогательный материал, загромождающий основной текст.

Расчетно-пояснительная часть должна иметь рубрикацию. Деление на параграфы может производиться в соответствии с этапами работы и пунктами задания.

Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе».

Инструкция по работе с LINDO

Каждая модель в LINDO записывается в отдельном файле. Список синтаксических правил модели не велик и они легко осваиваются.

Целевая функция (критерий) должна быть всегда в начале модели и ее запись всегда начинается либо с **MAX** (для максимизации), либо с **MIN** (для минимизации). Например, **MAX 25X1 + 6X2**. Конец целевой функции и начало условий обозначаются любым из следующих способов:

SUBJECT TO

SUCH THAT

S.T.

ST

Конец записи условий обозначается словом **END** без точки. Имена в LINDO должны начинаться с буквы (от A до Z), за которой может следовать до 7 дополнительных символов. В качестве дополнительных могут использоваться любые символы за исключением следующих: !) + - = <>.

Имена в LINDO можно присваивать и условиям модели. Имена условий облегчают восприятие отчетов LINDO. Эти имена должны удовлетворять тем же условиям что и имена переменных. Чтобы присвоить имя условию, следует начать условие с его имени, заканчивающегося правой круглой скобкой. После скобки вводится само условие.

LINDO понимает только пять операторов: плюс (+), минус (-), больше чем (>), меньше чем (<) и равно (=). При вводе оператора (>) или (<) LINDO поймет его как нестрогий, т.е. больше или равно (>=), или меньше или равно (<=) соответственно, что позволяет обходиться одним оператором в неравенствах. В системах, где есть нестрогий оператор, LINDO не поймет его.

LINDO не будет воспринимать скобки как индикатор изменения порядка действий в выражении. Все операции в LINDO выполняются слева на право.

Комментарии могут быть расположены в любом месте модели. Комментарии выделяются восклицательным знаком (!). Все, что следует за восклицательным знаком на этой строке, будет трактоваться как комментарий.

Пример:

```
!Критерий
MAX 11X1 + 10 X2
!Ограничения
SUBJECT TO
  Y1) 2X1 + X2 < 12
  Y2) X1 - 3X2 > 1
END
```

По умолчанию все переменные в LINDO непрерывные и неотрицательные.

В дополнение к трем требуемым компонентам модели – целевой функции, переменным и ограничениям, LINDO также имеет несколько факультативных операторов, которые могут появляться в модели после оператора END.

Оператор FREE делает переменную неограниченной по знаку, так что она может принимать любые действительные значения, положительные и отрицательные.

Оператор GIN применяется к переменным, которые должны принимать только неотрицательные целочисленные значения. Имя целочисленной переменной указывается за оператором GIN.

Оператор INT применяется к тем переменным, которые необходимо определить как булевы (двоичные). Правила записи INT в модели полностью идентичны GIN.

Операторы SUB и SLB используются, чтобы изменить границы переменной, принятые по умолчанию. Таким образом, границы переменной можно задать либо в виде обычных ограничений в разделе условий, либо с помощью операторов SUB и SLB. Оба варианта показаны ниже.

MIN 10X + 30Y	MIN 10X + 30Y
ST	ST
X+2Y > 65	X+2Y > 65
X>15	END
X<50	SLB X 15
Y>40	SUB X 50
END	SLB Y 40

LINDO принимает введенные данные с точностью до 6 десятичных знаков. Это следует иметь в виду при вводе значений, которые нельзя представить точно. В результате решение может быть слегка отличным от того, которое ожидается (вместо 1.0 в отчете появится 0.99999 и т.п.). Чтобы уменьшить подобные явления, следует избегать, по возможности, дробей в вводимых данных, особенно типа 0.666666.

В связи с этим ограничение вида

$$-0.666666 Z + X = 0$$

лучше переписать как

$$-2 Z + 3 X = 0,$$

а ограничение

$$X - 0.1 Y < 0$$

можно представить в виде

$$10 X - Y < 0.$$

Расшифровка отчета LINDO (см. приложение 1).

Приложение 1

Расшифровка отчета LINDO

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

(Объективная функциональная величин)

1) 36.00000

VARIABLE (Переменные)	VALUE (Значения)	REDUCED COST (Относительные оценки)
X1	0.500000	0.000000
X2	0.000000	1.000000
X3	3.000000	0.000000
ROW (Строка)	SLACK OR SURPLUS (Резерв или остаток)	DUAL PRICES (Двойственные оценки)
Y1)	0.000000	3.000000
Y2)	6.000000	0.000000
Y3)	0.000000	2.000000

NO. ITERATIONS= 2

(Количество итераций)

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

(Области в которых основа неизменная)

OBJ COEFFICIENT RANGES

(Области коэффициентов)

VARIABLE (Переменные)	CURRENT COEF (Текущие коэффициенты)	ALLOWABLE INCREASE (Допустимое увеличение)	ALLOWABLE DECREASE (Допустимое уменьшение)
X1	24.000000	24.000000	8.000000
X2	4.000000	1.000000	INFINITY (∞)
X3	8.000000	4.000000	4.000000

RIGHTHAND SIDE RANGES

(Области правых частей уравнений)

ROW (Строка)	CURRENT RHS (Текущие правые части)	ALLOWABLE INCREASE (Допустимое увеличение)	ALLOWABLE DECREASE (Допустимое уменьшение)
Y1	8.000000	4.000000	4.000000
Y2	18.000000	INFINITY	6.000000
Y3	6.000000	6.000000	2.000000

Приложение 2
Пример оформления титульного листа



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Чайковский филиал
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

Кафедра автоматизации, информационных и инженерных технологий

Курсовая работа

по дисциплине
«Исследование операций»
Тема: «...»

Выполнил
студент группы АСУ-__-__

Фамилия И.О.

Принял

(должность преподавателя)

Фамилия И.О.

20__