



дисциплины для  
дентов

Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.2/07

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова

Кафедра информатики и информационных систем

# **ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

дисциплина Методы оптимизации и исследование операций  
для специальности 050602 «информатика»

Павлодар



Утверждения к  
дисциплинам для  
студентов

Форма  
Ф СО ПГУ 7.18.1/11

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Декан ФФМиИТ**

\_\_\_\_\_ С.К.Тлеукенов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2008 г.

Составитель: доцент ПГУ Даутова Айгуль Зейнуллиновна  
преп. Оспанова Гульмира Абугалиевна  
Кафедра Информатика и информационные системы

## **ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«методы оптимизации и исследование операций»

для студентов специальности 050602 «информатика»

Рекомендована на заседании кафедры от «\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.  
Протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ж.К.Нурбекова  
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом факультета физики, математики и  
информационных технологий  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г. Протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМС \_\_\_\_\_ А.Т. Кишубаева  
(подпись)

## **1 Данные о преподавателях**

Лекции: доц. ПГУ Даутова Айгуль Зейнуллиновна

Практические занятия- преп. Оспанова Гульмира Аbugалиевна

Приемные часы: ГУК А1-102, 103 в соответствии с утвержденным графиком консультаций

## **2 Данные о дисциплине**

«методы оптимизации и исследование операций» (3 кредита)

Курс рассчитан на 1 семестр. В 6-м семестре предусмотрено 30-лекционных занятий, 15-практических занятий, и 90 часов - СРСП. Форма контроля – экзамен в 6-м семестре.

Расписание всех занятий, рубежного контроля и зачетно-экзаменационной сессии устанавливаются деканатом. Занятия проводятся в соответствии с расписанием.

### **Пререквизиты**

□ Освоение курса «методы оптимизации и исследование операции» предполагает изучение дисциплин: «Математический анализ», «алгебра и геометрия», «дифференциальные уравнения» - методы решения нелинейных уравнений, систем линейных уравнений, дифференциальных уравнений, «Информатика» - реальные возможности и особенности применения компьютерных технологий, языки программирования.

### **Краткое описание дисциплины**

Дисциплина «методы оптимизации и исследование операций» предполагает изучение основной терминологии вычислительной математики; особенностей применения компьютерных технологий, тенденции их развития и совершенствования.

**Основные задачи** изучаемые студентами по данной дисциплине: вариационное исчисление, минимизация функции числа переменных, выпуклое программирование, линейное программирование, вычислительные методы оптимизации, линейные и нелинейные управления системы, управляемость и наблюдаемость линейных систем, принцип максимума Понтрягина и динамическое программирование Беллмана. Стохастические оптимальные системы, изучение методов формализации различных содержательных постановок задач организационного управления, сведения их к экстремальным задачам, а также освоение математических методов решения этих задач.

### **Цели изучения дисциплины**

□ изучение методов классического вариационного исчисления и современные методы оптимизации;

□ линейные и нелинейные системы автоматического управления;

□ элементы управляемости и оптимального управления.

Студент должен:

а) иметь представление об основных методах вариационного исчисления и методов оптимизации, о системах автоматического управления;

б) знать: методы решения экстремальных задач для функционалов и функций, основные динамические характеристики теории автоматического управления;

в) уметь: составлять математические модели практических экстремальных задач, использовать известные методы решения и делать выводы;

г) приобрести практические навыки реализации алгоритмов решения экстремальных задач, применительно конкретным задачам;

е) об основных этапах и принципах операционного исследования, о методах измерения полезности результатов, о многокритериальных задачах выбора и принятия решений.

Студент должен уметь решать задачи линейного программирования, экстремальные задачи на графах и сетях, задачи теории расписания, теории игр. Студент должен приобрести навыки построения математических моделей для содержательных постановок задач организационного управления и поиска их оптимальных решений.

Курс «Методы оптимизации и исследование операций» основывается на знаниях, полученных при изучении курсов «Математический анализ», «Дискретная математика», «Дифференциальные уравнения», «Методы оптимизации», «Численные методы», «Теория вероятностей и математическая статистика».

### **Литература**

#### **Основная литература**

1. Численные методы и задачи оптимизации. / под ред. В.Н. Игнатьева, Г.Ш. Фридмана. Томск, изд-во Томского ун-та, 1983.-165 с.
2. В.М. Монахов и другие. Методы оптимизации. Применение математических методов в экономике. Пособие для учителя. М., Просвещение, 1978.-175 с.
3. Г. И. Марчук Методы вычислительной математики. М., Наука, 1980.
4. Г.С. Ганшин Методы оптимизации и решение уравнений. М., Наука, 1987.
5. В.М. Заварыкин Лабораторный практикум по вычислительной математике. Учебное пособие для физико-математического факультета пед. Институтов. Свердловск, Свердловский гос. Пед. Институт, 1986.-87 с.
6. Н. Культин Программирование на Object Pascal в Delphi 5. Спб, БХБ, Санкт-Петербург, 1999.
7. Фаронов В.В. Турбо Паскаль 7.0 Учебный курс.-М., 1998.-433с.
8. Фаронов В.В. DELPHI 4 . Учебный курс.-М., 1999.-464с.
9. Электронные учебники по языкам программирования.

#### **дополнительная**

1. Корн Т., Корн К. Справочник по математике для научных работников и инженеров определения, теоремы, формулы. Издание четвертое.
2. Реньи А. Трилогия о математике. М., 1980. - 374 с.
3. Яглом А. М., Яглом И. М. Вероятность и информация. - М.:Наука, 1973. - 511с.

4.

Тематический план  
дисциплиныФорма  
Ф СО ПГУ 7.18.2/07

№р/с	Наименование тем	лекции	прак	СРО
1	2	3	4	6
1	Введение.	2		
2	Линейное программирование.	3	2	
3	Основы выпуклого анализа. Выпуклое программирование	3	1	
4	Нелинейное программирование.	3	1	
5	Численные методы минимизации в конечномерном пространстве	3	1	
6	Вариационное исчисление.	3	2	10
7	Линейные модели ИСО.	3	2	20
8	Экстремальные задачи на графах.	3	2	20
9	Сетевое планирование и теория расписаний.	3	2	20
10	Теория игр. Классификация игр.	4	2	20
<b>Всего:</b>		30	15 90	

## СОДЕРЖАНИЕ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ

### Тема 1 Введение.

Общие сведения об экстремальных задачах в конечномерном пространстве. История исследования задач на экстремум. Формализация экстремальных задач. Основные определения. Постановка задачи на экстремум при наличии ограничений.

Компактные множества. Полунепрерывность снизу. Теоремы о достижении нижней грани функции на заданном множестве.

### Тема 2 Линейное программирование.

Постановка задачи линейного программирования, её геометрическая и экономическая интерпретации. Принцип двойственности условия оптимальности. Двойственные задачи. Симплекс метод. Лемма о крайней точке. Лемма о свойстве векторов условий. Лемма о крайней точке в невырожденной задаче. Лемма о выпуклой комбинации крайних точек. Лемма о глобальном минимуме. Критерий оптимальности. Выбор направления. Построение симплекс таблицы. Построение начальной крайней точки. Транспортная задача.

### Тема 3 Основы выпуклого анализа. Выпуклое программирование

Выпуклые множества. Выпуклые функции. Сильно выпуклые функции. Критерий выпуклости гладких функций. Критерий сильной выпуклости гладких функций. Свойства выпуклых функций. Теорема о глобальном минимуме. Критерий оптимальности. Проекция точки на множество.

Функция Лагранжа. Седловая точка. Основная лемма о седловой точке. Основная теорема о глобальном минимуме.

Теоремы Куна-Таккера. Условие Слейтера.

#### **Тема 4 Нелинейное программирование**

Постановка задачи. Необходимые условия оптимальности. Теория двойственности. Основная задача. Двойственная задача. Связь между решениями основной и двойственной задачи. Алгоритм решения задач нелинейного программирования.

#### **Тема 5 Численные методы минимизации в конечномерном пространстве**

Методы минимизации функций одной переменной. Метод деления отрезка пополам. Метод золотого сечения. Оптимальный поиск.

Вспомогательные леммы. Лемма о свойстве гладкой функции на выпуклом множестве. Лемма о свойстве числовой последовательности.

Градиентный метод. Метод проекции градиента. Метод Ньютона. Метод штрафных функций. Метод множителей Лагранжа..

#### **Тема 6 Вариационное исчисление.**

Задача о брахистохроне. Простейшая задача. Сильный локальный минимум. Слабый локальный минимум. Необходимые условия слабого локального минимума. Лемма Лагранжа. Уравнение Эйлера. Лемма Дю-Буа-Реймона. Задача Больца. Необходимое условие Вейерштрасса. Условие Лагранжа. Условие Якоби. Функционалы, зависящие от  $n$  неизвестных функций. Функционалы, зависящие от производных высших порядков. Изопериметрическая задача. Условный экстремум. Задача Лагранжа.

#### **Тема 7 Линейные модели ИСО.**

Примеры линейных моделей ИСО: задача о диете, задача планирования производства (о распределении ресурсов), транспортная задача, межотраслевая модель макроэкономики (модель "затраты - выпуск" Леонтьева). О методах решения задач линейного программирования. Примеры целочисленных линейных моделей ИСО: задача раскроя материалов, задача о назначениях, задача о ранце, задача коммивояжера. О методах решения задач целочисленного программирования. Двойственные задачи линейного программирования. Экономическая интерпретация двойственных переменных. Анализ модели на чувствительность. Устойчивость оптимального плана. Методы декомпозиции задач большей размерности.

#### **Тема 8 Экстремальные задачи на графах.**

Основные понятия определения из теории графов. Задача о минимальном соединении. Задача кратчайшем пути. Задача о максимальном потоке. Задача о минимальном потоке. Задача о потоке минимальной стоимости. Многопродуктовые потоки

#### **Тема 9 Сетевое планирование и теория расписаний.**

Постановка задачи сетевого планирования. Сетевой график. Правила составления сетевого графика. Параметры сетевого графика. Диаграмма Ганта. Задача оптимального распределения ресурсов.

Постановка задачи составления расписаний. Свойства функции расписания. Общая постановка задачи о станках. Задача о двух станках.

### **Тема 10 Теория игр. Классификация игр.**

Бескоалиционные игры, ситуации равновесия. Антагонистические игры, ситуации равновесия. Матричные игры, ситуации равновесия. Расширение матричных игр, оптимальные стратегии. Теоремы о минимаксах. Основная теорема матричных игр. Необходимые и достаточные условия оптимальности стратегий. Решение матричных игр путем сведения к задаче линейного программирования. Кооперативные игры. Дележ. С-ядро. Решения по Нейману-Моргенштерну. Аксиомы справедливости Шепли. Вектор Шепли.

## **СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Целью практических занятий является закрепление основных теоретических положений курса и приобретение пользовательских навыков и навыков программирования.

### **Тема 1 Линейное программирование.**

Постановка задачи. Теория двойственности. Элементы линейного программирования. Стандартная задача ЛП. Симплекс – метод. Транспортная задача.

### **Тема 2 Нелинейное программирование.**

Необходимое условие минимума первого порядка. Достаточные условия минимума. Численные методы решения нелинейных уравнений. Минимизация функции одной переменной. Метод золотого сечения. Метод покоординатного спуска. Метод дихотомии. Метод парабол.

### **Тема 3 Вариационное исчисление.**

### **Тема 4 Оптимальное управление и принцип максимума.**

**Тема 5 Предмет, история и перспектива развития предмета “исследования операций”.**

### **Тема 6 Линейные модели ИСО.**

Задачи линейного программирования. Двойственные задачи линейного программирования.

**Тема 7 Экстремальные задачи на графах.** Основные понятия и определения из теории графов. Задача о кратчайшем пути.

### **Тема 8 Задача о максимальном потоке.**

### **Тема 9-10 Сетевое планирование.**

Постановка задачи сетевого планирования. Постановка задачи составления расписаний.

## **4.4 Содержание СРО**

**4.4.1 Перечень видов самостоятельной работы студента с преподавателем**

**СРСП 1- Элементы выпуклого анализа.**



Тема: Выпуклое программирование. Выпуклые множества. Выпуклые функции. Проекция точки на множество.

**СРСП 2- Элементы выпуклого анализа.**

Тема: Отделимость выпуклых множеств. Лемма Фаркаша. Различные формы условий оптимального выпуклой функции на выпуклом множестве.

**СРСП 3- Элементы выпуклого анализа.**

Тема: Теорема Куна - Таккера. Элементы теории двойственности в линейном программировании.

**СРСП 4- Численные методы математического программирования.**

Тема: Задачи линейного программирования, их различные формы и метод сведения к задаче с ограничениями в форме равенства.

**СРСП 5- Численные методы математического программирования.**

Тема: Симплекс – метод и его модификации.

**СРСП 6- Численные методы математического программирования.**

Тема: Специальные задачи линейного программирования.

**СРСП 7- Нелинейное программирование.**

Тема: Нелинейная задача выпуклого программирования.

**СРСП 8- Нелинейное программирование.**

Тема: Методы минимизации функции одной переменной.

**СРСП 9- Нелинейное программирование.**

Тема: Методы безусловной минимизации функции многих переменных.

**СРСП 10- Нелинейное программирование.**

Тема: Градиентные методы минимизации функции при наличии ограничений. Методы, основанные на сведении задач условной минимизации к решению задач безусловной минимизации.

**СРСП 11- Нелинейное программирование.**

Тема: Регуляризация некорректных экстремальных задач. Основы многоэкстремальной минимизации, глобальный экстремум.

**СРСП 12- Нелинейное программирование.**

Тема: Понятие о задачах дискретного программирования. Методы направленного перебора и принцип динамического программирования.

**СРСП 13 - Оптимальное управление и вариационное исчисление.**

Тема: Задача оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина.

**СРСП 14-Оптимальное управление и вариационное исчисление.**

**Тема:** Оптимальное управление линейными системами. Необходимые и достаточные условия оптимальности.

**СРСП 15-Оптимальное управление и вариационное исчисление.**

Тема: Проблема синтеза.

**СРСП 16-Задача вариационного исчисления.**

Тема: Уравнения Эйлера.

**СРСП 17-18-Задача вариационного исчисления.**

**Тема:** Связь между принципом максимума и классическим вариационным исчислением.

**4.4.2 Перечень видов самостоятельной работы студента**



						рабконтр.	общ	ауд	СРО									
очная на базе ОСО	6						135	45	90	Семестр 6				семестр				
										15	30	0	90					

Распределение баллов текущей успеваемости по видам контроля

Формы контроля	Баллы	
	6 семестр	
	Р1 (8 недель)	Р2 (7 недель)
<i>Текущий контроль:</i>	<b>80</b>	<b>80</b>
1. Посещение, своевременное выполнение и защита практических работ	28	35
2. Посещение лекционных занятий и качественное ведение конспектов лекций	18	18
3. Своевременное выполнение и защита заданий на СРС	34	27
<i>Рубежный контроль:</i>	<b>20</b>	<b>20</b>
<i>Всего:</i>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Календарный график контрольных мероприятий  
текущей успеваемости**

6 семестр

Недели		1 рейтинг									Итого баллов	
		1	2	3	4	5	6	7	8	Р1		
Максимальный балл, в том числе по видам контроля:		4	13	4	18	4	22	4	11		20	100
Посещение занятий, подготовка к занятиям и работа в группе	Лекции	2	2	2	2	2	2	2	2			16
	практ	2	2	2	2	2	2	2	2			16
Выполнение и защита практических работ			П1 4		П2 4		П3 4		П4 2			14
Выполнение и защита СРС			УО1 5		К1 10		ДЗ1 14		УО2 5			34
Рубежный контроль											РК1 20	20

Недели		2 рейтинг									Итого баллов		
		9	10	11	12	13	14	15				Р2	
Максимальный балл, в том числе по видам контроля:		10	10	10	4	20	14	12				20	100
Посещение занятий, подготовка к занятиям и работа в группе	Лекции	2	2	2	2	2	2	2					14
	практ	2	2	2	2	2	2	2					14
Выполнение и защита практических работ		П5 6		П6 6		П7 6		П8 8					26
Выполнение и защита СРС			УОЗ 6			К2 10	ДЗ2 10						26
Рубежный контроль											РК2 20		20

Виды контроля: РК - рубежный контроль, Л - лабораторные работы, РКР - разделы курсовой работы, К- контрольные работы, ДЗ - домашние задания, УО – устный опрос

## 6 Политика курса

Если Вы без опозданий посетите все занятия, будете активно работать на занятиях, выполните все задания качественно и в срок, то наберете максимальный балл, указанный в **календарном графике контрольных мероприятий**.

**При нарушении графика контрольных мероприятий** каждый вид работы оценивается в 50% от балла, указанного в графике. При некачественном оформлении отчета по лабораторной работе балл также снижается в два раза.

Ваша подготовка **к лабораторным занятиям** будет проверяться устными опросами, проверкой выполнения ДЗ, участием в работе группы.

Несвоевременное выполнение СРС (кроме подготовки к занятиям) приводит к снижению балла:

- на 1/3 при опоздании на неделю;
- в 2 раза при опоздании более чем на неделю.

Посещение занятий является обязательным. Уважительные причины пропуска занятий не освобождают студента от выполнения всего комплекса лабораторных и самостоятельных работ. В этом случае Вам предоставляется возможность отработать его по индивидуальному заданию и во время указанное преподавателем.

В случае опоздания студент не допускается к занятию и не имеет возможности отработать пропущенное занятие.

За любые нарушения этики поведения на занятиях устанавливаются штрафные санкции — **вычитается 5 баллов за одно занятие!**

Все аудиторное время будет поделено на лекционные, лабораторные и практические занятия. Подготовка к каждому занятию обязательна, также как и прочтение всего заданного материала. Ваша подготовка будет проверяться опросами, домашними заданиями, тестами рубежного контроля.

Если в силу каких-либо причин вы отсутствовали во время проведения контрольного мероприятия, вам предоставляется возможность пройти его на консультациях преподавателя в соответствии с установленным графиком.

В семестре предусмотрены два рубежных контроля в форме тестирования. Тестирование будет проводиться по материалу соответствующего блока.

Семестровый рейтинг рассчитывается по формуле:

$$CP = \frac{P1 + P2}{2},$$

где P1 – рейтинг 1

P2 – рейтинг 2

Итоговый рейтинг по дисциплине в баллах определяется по формуле:

$$И = CP * 0,6 + Э * 0,4,$$

где CP – семестровый рейтинг, Э – количество баллов, полученных на экзамене. Экзамен будет проводиться в форме тестирования.