

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра автоматизированных систем управления

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН АВТФ
к.т.н. Рева И. Л.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Методы оптимизации

Образовательная программа: 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, магистерская
программа: Компьютерное моделирование систем

Курс: 1, семестр : 2

Факультет автоматики и вычислительной техники,

		Семестр
№	Вид деятельности	2
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2
2	Всего часов	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	59
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	36
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	12
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	3
10	Самостоятельная работа, час.	13
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	ДЗ

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

ФГОС введен в действие приказом №1420 от 30.10.2014 г. , дата утверждения: 25.11.2014 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

АСУ, протокол заседания кафедры №7 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета автоматизации и вычислительной техники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Ганелина Н. Д.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Гриф М. Г.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гриф М. Г.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.2 знанием методов научных исследований и владение навыками их проведения; в части следующих результатов обучения:
у4. выполнять сравнительный анализ эффективности применения различных методов математического моделирования в рамках решаемой задачи
Компетенция ФГОС: ПК.3 знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
з1. знать классы задач и подходы к их решению для теории принятия решений в условиях неопределенности
з2. знать основные математические методы оптимизации процесса функционирования объектов профессиональной деятельности
з3. знать классификацию оптимизационных моделей
з4. основы теории систем и системного анализа
з5. методы для решения различных классов оптимизационных моделей
у2. уметь реализовывать решение оптимизационных задач в различных программных средах, интерпретировать и анализировать результаты решения оптимизационных задач
у3. уметь обосновывать выбор метода оптимизации и подбирать адекватные оптимизационные модели для объектов профессиональной деятельности
Компетенция НГТУ: ПК.20.В способность управлять средой функционирования объектов профессиональной деятельности; в части следующих результатов обучения:
у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Методы оптимизации</i>	
ПК.2.у4 выполнять сравнительный анализ эффективности применения различных методов математического моделирования в рамках решаемой задачи	
1. выполнять сравнительный анализ эффективности применения различных методов математического моделирования в рамках решаемой задачи	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з1 знать классы задач и подходы к их решению для теории принятия решений в условиях неопределенности	
2. знать классы задач и подходы к их решению для теории принятия решений в условиях неопределенности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з2 знать основные математические методы оптимизации процесса функционирования объектов профессиональной деятельности	
3. знать основные математические методы оптимизации процесса функционирования объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з3 знать классификацию оптимизационных моделей	
4. знать классификацию оптимизационных моделей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з4 основы теории систем и системного анализа	
5. основы теории систем и системного анализа	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.3.з5 методы для решения различных классов оптимизационных моделей	
6. методы для решения различных классов оптимизационных моделей	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

ПК.3.y2 уметь реализовывать решение оптимизационных задач в различных программных средах, интерпретировать и анализировать результаты решения оптимизационных задач	
7. уметь реализовывать решение оптимизационных задач в различных программных средах, интерпретировать и анализировать результаты решения оптимизационных задач	Лекции; Практические занятия
ПК.3.y3 уметь обосновывать выбор метода оптимизации и подбирать адекватные оптимизационные модели для объектов профессиональной деятельности	
8. уметь обосновывать выбор метода оптимизации и подбирать адекватные оптимизационные модели для объектов профессиональной деятельности	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.20.V.y1 использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
9. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Лекции; Практические занятия

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Классификация методов оптимизации. Условия существования оптимального решения.				
7. Классификация методов оптимизации. Методы комбинаторной оптимизации	0	1	2, 3, 4, 5	
Дидактическая единица: Линейное программирование (ЛП)				

1. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема заикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью	0	3	1, 2, 3, 4, 5, 6	посещение лекций
Дидактическая единица: Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП)				

2. Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП) Математическая постановка задачи целочисленного программирования. Примеры задач ЦП. Задачи с неделимостью. Задачи с альтернативными переменными. Особенности решений задач ЦП. Общая характеристика методов решения задач ЦП: полный и частичный перебор, методы отсечения, методы возврата. Метод целочисленных форм (Гомори). Метод ветвей и границ (Лэнд и Дойг). Задача коммивояжера: постановка задачи, метод исключения подциклов.	0	2	1, 2, 3, 4, 7	посещение лекций
Дидактическая единица: Нелинейное программирование (НП)				
3. Математическая постановка и примеры задач НП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Методы нулевого, первого, второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Била). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций.	0	4	1, 2, 3, 4, 8, 9	посещение лекций
Дидактическая единица: Вариационное исчисление				

4. Вариационное исчисление и оптимизация управления Основные понятия вариационного исчисления: функционал, вариация и ее свойства. Задачи с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Функционалы, зависящие от производных старших порядков. Понятие о вариационных задачах с подвижными границами. Односторонние вариации. Прямые методы в вариационных задачах. Конечно-разностный метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Канторовича. Принцип максимума Понтрягина. Принцип оптимальности	0	4	1, 2, 3, 4	посещение лекций
Дидактическая единица: Анализ модели на чувствительность				
5. Экономическая интерпретация двойственной задачи. Анализ модели на чувствительность. Графический метод. Теневая цена. Дефицитные ресурсы. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов	0	2	3, 4, 6, 8, 9	Лекция в форме дискуссии
Дидактическая единица: Теория игр				
6. Теория игр. Биматричные игры. Седловая точка. Цена игры. Критерий Гурвица. Минимаксный подход. Равновесие по Нэшу. Кооперативные игры.	1	2	1, 2, 3, 4	Лекция в форме дискуссии

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
Дидактическая единица: Линейное программирование (ЛП)				

1. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема заикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью	2	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	посещение практик
Дидактическая единица: Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП)				
2. Примеры задач ЦП. Задачи с неделимостью. Задачи с альтернативными переменными. Особенности решений задач ЦП. Общая характеристика методов решения задач ЦП: полный и частичный перебор, методы отсечения, методы возврата. Метод целочисленных форм (Гомори). Метод ветвей и границ (Лэнд и Дойг). Задача коммивояжера: постановка задачи	0	6	1, 2, 3, 4	посещение практик
Дидактическая единица: Нелинейное программирование (НП)				

3. Математическая постановка и примеры задач НП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Била). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций.	2	8	1, 2, 3, 4	посещение практик
Дидактическая единица: Вариационное исчисление				
6. Вариационное исчисление. Функция Эйлера. Экстремали.	1	4	3, 4, 7, 8	Решение задач
Дидактическая единица: Анализ модели на чувствительность				
4. Анализ модели на чувствительность. Графический метод анализа на чувствительность. Анализ дефицитных и недефицитных ресурсов. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов. Теневая цена.	4	6	2, 6, 7, 8, 9	Решение задач
Дидактическая единица: Теория игр				
5. Игры с природой. Статистические игры.	2	4	1, 2, 3, 4, 6, 8	Решение задач

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ	2, 3, 4	7	1

: Ренин С. В. Методы оптимизации : сборник задач и упражнений для 3 курса АВТФ (направление 230100 "Информатика и вычислительная техника") / С. В. Ренин, Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 50, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000155982 Ренин С. В. Методы оптимизации (линейное и целочисленное программирование) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Ренин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221212 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	2, 3, 4	1	0
: Казанская О. В. Методы оптимизации и теория принятия решений [Электронный ресурс]. Ч. 2 : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156335 . - Загл. с экрана. Казанская О. В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149255 . - Загл. с экрана. Ренин С. В. Методы оптимизации : сборник задач и упражнений для 3 курса АВТФ (направление 230100 "Информатика и вычислительная техника") / С. В. Ренин, Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 50, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000155982 Ренин С. В. Методы оптимизации (линейное и целочисленное программирование) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Ренин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221212 . - Загл. с экрана.				
3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	5	2
: Казанская О. В. Методы оптимизации и теория принятия решений [Электронный ресурс]. Ч. 2 : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156335 . - Загл. с экрана. Казанская О. В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149255 . - Загл. с экрана. Ренин С. В. Методы оптимизации : сборник задач и упражнений для 3 курса АВТФ (направление 230100 "Информатика и вычислительная техника") / С. В. Ренин, Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 50, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000155982 Ренин С. В. Методы оптимизации (линейное и целочисленное программирование) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Ренин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221212 . - Загл. с экрана.				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Консультирование	Среда электронного обучения НГТУ; ЭБС
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Лекция в форме дискуссии	ПК.2;
Формируемые умения: у4. выполнять сравнительный анализ эффективности применения различных методов математического моделирования в рамках решаемой задачи		
Краткое описание применения:		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 2		
<i>Практические занятия:</i>	0	40
<i>РГЗ:</i>	21	40
<i>Зачет:</i>	0	20

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Зачет
ПК.2	у4. выполнять сравнительный анализ эффективности применения различных методов математического моделирования в рамках решаемой задачи	+	+
ПК.3	з1. знать классы задач и подходы к их решению для теории принятия решений в условиях неопределенности	+	+
	з2. знать основные математические методы оптимизации процесса функционирования объектов профессиональной деятельности	+	+
	з3. знать классификацию оптимизационных моделей	+	+
	з4. основы теории систем и системного анализа		+
	з5. методы для решения различных классов оптимизационных моделей	+	+
	у2. уметь реализовывать решение оптимизационных задач в различных программных средах, интерпретировать и анализировать результаты решения оптимизационных задач	+	+
	у3. уметь обосновывать выбор метода оптимизации и подбирать адекватные оптимизационные модели для объектов профессиональной деятельности	+	+
	ПК.20.В у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Гончаров В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров ; Нац. исслед. ун-т МИЭТ. - Москва, 2016. - 190, [1] с. : ил. - Книга доступна в электронной библиотечной системе biblio-online.ru.
2. Лемешко Б. Ю. Методы оптимизации : [конспект лекций] / Б. Ю. Лемешко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 154, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000113618
3. Черноруцкий И. Г. Методы принятия решений : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 553000 "Системный анализ и управление"] / И. Г. Черноруцкий. - Санкт-Петербург, 2005. - 408 с. : ил., табл.
4. Матренин П. В. Методы стохастической оптимизации : учебное пособие / П. В. Матренин, М. Г. Гриф, В. Г. Секаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 65, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000229168
5. Лемешко Б. Ю. Теория игр и исследование операций [Электронный ресурс] : конспект лекций / Б. Ю. Лемешко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2012]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000162367. - Загл. с экрана.
6. Лемешко Б. Ю. Теория игр и исследование операций : конспект лекций / Б. Ю. Лемешко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2013. - 165, [1] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179714
7. Невежин В. П. Теория игр. Примеры и задачи : учебное пособие / В. П. Невежин. - Москва, 2014. - 125, [2] с. : ил., табл.
8. Лабскер Л. Г. Теория игр в экономике : (практикум с решениями задач) : [учебное пособие по направлению "Экономика"] / Л. Г. Лабскер, Н. А. Ященко ; под ред. Л. Г. Лабскера. - Москва, 2013. - 259 с. : ил., табл.
9. Аркашов Н. С. Теория игр с элементами линейного программирования : учебное пособие / Н. С. Аркашов, А. П. Ковалевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 97 с. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232268
10. Конюховский П. В. Теория игр : учебник для академического бакалавриата / П. В. Конюховский, А. С. Малова ; С.-Петерб. гос. ун-т. - Москва, 2016. - 251, [1] с. : ил. + 1 CD-ROM. - Кн. доступна в электрон. библиотечной системе biblio-online.ru.
11. Дубина И. Н. Основы теории экономических игр : [учебное пособие для вузов по специальности 080801 "Прикладная информатика в экономике" и др. экон. спец.] / И. Н. Дубина. - М., 2010. - 208 с. : ил.
12. Хохлюк В. И. Методы дискретной оптимизации. [Ч. 1] : учебное пособие / В. И. Хохлюк ; Новосиб. гос. ун-т, Механико-мат. фак. - Новосибирск, 2013. - 153, [1] с., 1 л. портр. : ил.
13. Казанская О. В. Модели и методы оптимизации : практикум : учебное пособие / О. В. Казанская, С. Г. Юн, О. К. Альсова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 202, [1] с. : табл., ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000173982
14. Вахрушев Н. В. Специальные функции. Интегральные уравнения. Вариационное исчисление : учебное пособие / Н. В. Вахрушев, Т. М. Назарова, В. В. Хаблов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 71 с. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000164435
15. Вахрушев Н. В. Специальные функции. Интегральные уравнения. Вариационное исчисление. [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Вахрушев, Т. М. Назарова, В. В. Хаблов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000215072. - Загл. с экрана.

16. Кириллов Ю. В. Прикладные методы оптимизации. Ч. 1 : [учебное пособие для дневного и заочного отделений по направлениям: "Прикладная информатика", "Бизнес-информатика", "Менеджмент", "Экономическая теория"] / Ю. В. Кириллов, С. О. Веселовская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2012. - 234, [1] с., [4] л. ил. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000175084

17. Гончаров В. А. Методы оптимизации : учебное пособие / В. А. Гончаров. - М., 2010. - 190, [1] с. : ил., схемы, табл.

Дополнительная литература

1. Аттетков А. В. Методы оптимизации : учебник для вузов / А. В. Аттетков, С. В. Галкин, В. С. Зарубин ; под ред. В. С. Зарубина, А. П. Крищенко. - М., 2003. - 439 с. : ил.

2. Майерсон Р. Равновесие по Нэшу и история экономической науки / Р. Майерсон; пер. с англ. Д. Шестаковой // Вопросы экономики. - 2010. - № 6. - С. 26-43.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>

5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Казанская О. В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2010]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000149255. - Загл. с экрана.

2. Ренин С. В. Методы оптимизации (линейное и целочисленное программирование) [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / С. В. Ренин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221212. - Загл. с экрана.

3. Алетдинова А. А. Исследование операций [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. А. Алетдинова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000223810. - Загл. с экрана.

4. Ренин С. В. Методы оптимизации : сборник задач и упражнений для 3 курса АВТФ (направление 230100 "Информатика и вычислительная техника") / С. В. Ренин, Н. Д. Ганелина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 50, [2] с. : ил., табл. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000155982

5. Казанская О. В. Методы оптимизации и теория принятия решений [Электронный ресурс]. Ч. 2 : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Казанская ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000156335. - Загл. с экрана.

6. Ковалевский А. П. Теория игр [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. П. Ковалевский ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2011]. - Режим доступа: <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=942>. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Microsoft Office

2 AnyLogic PLE

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Системный блок \CELERON-2.4\	Для проведения занятий с о студентами

Специальное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Комплект оборудования мультимедийной аудитории №2	Оборудование для проведения лекционных занятий

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Методы оптимизации приведена в Таблице 1.

Таблица 1.

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.2/НИ знанием методов научных исследований и владение навыками их проведения	у4. выполнять сравнительный анализ эффективности применения различных методов математического моделирования в рамках решаемой задачи	Математическая постановка и примеры задач НП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Методы нулевого, первого, второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Била). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема закливания.	РГЗ: постановка задачи, определение целевой функции и требований / ограничений	Зачет, вопросы 1-5, 8-17.

		Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью Теория игр. Биматричные игры. Седловая точка. Цена игры. Критерий Гурвица. Минимаксный подход. Равновесие по Нэшу. Кооперативные игры. Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП) Математическая постановка задачи целочисленного программирования. Примеры задач ЦП. Задачи с неделимостью. Задачи с альтернативными переменными. Особенности решений задач ЦП. Общая характеристика методов решения задач ЦП: полный и частичный перебор, методы отсечения, методы возврата. Метод целочисленных форм (Гомори). Метод ветвей и границ (Лэнд и Дойг). Задача коммивояжера: постановка задачи, метод исключения подциклов.		
ПК.20.В способность управлять средой функционирования объектов профессиональной деятельности	у1. использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Математическая постановка и примеры задач НЛП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НЛП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Методы нулевого, первого,	РГЗ: постановка задачи, определение параметров, целевой функции, ограничений, требований	Зачет, вопросы 1-17.

		второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Биля). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема закливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью		
ПК.3/НИ знанием методов оптимизации и умение применять их при решении задач профессиональной деятельности	з1. знать классы задач и подходы к их решению для теории принятия решений в условиях неопределенности	Вариационное исчисление и оптимизация управления Основные понятия вариационного исчисления: функционал, вариация и ее свойства. Задачи с неподвижными границами. Уравнение Эйлера. Функционалы, зависящие от производных старших порядков. Понятие о вариационных задачах с подвижными границами. Односторонние вариации.	РГЗ: постановка задачи, оптимизационный эксперимент.	Зачет, вопросы 1-18.

		Прямые методы в вариационных задачах. Конечно-разностный метод Эйлера. Метод Рунге. Метод Канторовича. Принцип максимума Понтрягина. Принцип оптимальности. Классификация методов оптимизации. Методы комбинаторной оптимизации. Математическая постановка и примеры задач НП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Методы нулевого, первого, второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Била). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задачи ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема закливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП.		
--	--	---	--	--

		Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью Теория игр. Биматричные игры. Седловая точка. Цена игры. Критерий Гурвица. Минимаксный подход. Равновесие по Нэшу. Кооперативные игры.		
ПК.3/НИ	32. знать основные математические методы оптимизации процесса функционирования объектов профессиональной деятельности	Классификация методов оптимизации. Методы комбинаторной оптимизации Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема заикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения	РГЗ: постановка задачи, оптимизационный эксперимент.	Зачет, вопросы 1-18.

		задачи ЛП, полученного с помощью Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП) Математическая постановка задачи целочисленного программирования. Примеры задач ЦП. Задачи с неделимостью. Задачи с альтернативными переменными. Особенности решений задач ЦП. Общая характеристика методов решения задач ЦП: полный и частичный перебор, методы отсечения, методы возврата. Метод целочисленных форм (Гомори). Метод ветвей и границ (Лэнд и Дойг). Задача коммивояжера: постановка задачи, метод исключения подциклов. Экономическая интерпретация двойственной задачи. Анализ модели на чувствительность. Графический метод. Теневая цена. Дефицитные ресурсы. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов		
ПК.3/НИ	33. знать классификацию оптимизационных моделей	Классификация методов оптимизации. Методы комбинаторной оптимизации Математическая постановка и примеры задач НП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Методы нулевого, первого, второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Била). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций. Математическая	РГЗ: постановка задачи, оптимизационный эксперимент.	Зачет, вопросы 1-18.

		формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема зацикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью Теория игр. Биматричные игры. Седловая точка. Цена игры. Критерий Гурвица. Минимаксный подход. Равновесие по Нэшу. Кооперативные игры. Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП) Математическая постановка задачи целочисленного программирования. Примеры задач ЦП. Задачи с неделимостью. Задачи с альтернативными переменными. Особенности решений задач ЦП. Общая характеристика методов решения задач ЦП: полный и частичный перебор, методы отсечения, методы возврата. Метод целочисленных форм (Гомори). Метод ветвей и границ (Лэнд и Дойг). Задача коммивояжера: постановка задачи, метод исключения		
--	--	---	--	--

		подциклов. Экономическая интерпретация двойственной задачи. Анализ модели на чувствительность. Графический метод. Теневая цена. Дефицитные ресурсы. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов		
ПК.3/НИ	34. основы теории систем и системного анализа	Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема заикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью		Зачет, вопросы 1-4, 8-17.
ПК.3/НИ	35. методы для решения различных классов оптимизационных моделей	Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП.	РГЗ: постановка задачи, оптимизационный эксперимент.	Зачет, вопросы 1-18.

		Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема заикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью Экономическая интерпретация двойственной задачи. Анализ модели на чувствительность. Графический метод. Теневая цена. Дефицитные ресурсы. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов		
ПК.3/НИ	у2. уметь реализовывать решение оптимизационных задач в различных программных средах, интерпретировать и анализировать результаты решения оптимизационных задач	Анализ модели на чувствительность. Графический метод анализа на чувствительность. Анализ дефицитных и недефицитных ресурсов. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов. Теневая цена. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП.	РГЗ: постановка задачи, оптимизационный эксперимент.	Зачет, вопросы 1-18.

		Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема заикливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью Целочисленное (дискретное) программирование (ЦП) Математическая постановка задачи целочисленного программирования. Примеры задач ЦП. Задачи с неделимостью. Задачи с альтернативными переменными. Особенности решений задач ЦП. Общая характеристика методов решения задач ЦП: полный и частичный перебор, методы отсечения, методы возврата. Метод целочисленных форм (Гомори). Метод ветвей и границ (Лэнд и Дойг). Задача коммивояжера: постановка задачи, метод исключения подциклов.		
ПК.3/НИ	у3. уметь обосновывать выбор метода оптимизации и подбирать адекватные оптимизационные модели для объектов профессиональной деятельности	Анализ модели на чувствительность. Графический метод анализа на чувствительность. Анализ дефицитных и недефицитных ресурсов. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов. Теневая цена.	РГЗ: постановка задачи, оптимизационный эксперимент.	Зачет, вопросы 1-18.

		Игры с природой. Статистические игры. Математическая постановка и примеры задач НП. Геометрическая интерпретация и особенности решений задач НП. Классические методы поиска экстремума. Необходимые и достаточные условия экстремума функций одной и нескольких переменных. Метод множителей Лагранжа. Оптимизация функций одной переменной. Выпуклые, вогнутые, унимодальные функции. Численные методы безусловной оптимизации. Последовательный (адаптивный, одномерный) поиск. Метод золотого сечения. Метод дихотомии. Методы нулевого, первого, второго порядка. Теорема Куна-Таккера. Квадратичное программирование. Квадратичный симплекс-алгоритм (метод Била). Градиентные методы. Метод наискорейшего подъема (спуска). Метод проекции градиента. Методы штрафных функций. Математическая формулировка задачи ЛП. Примеры задач ЛП. Каноническая форма задач ЛП. Приведение произвольной задачи ЛП к канонической форме. Геометрическая интерпретация и графический метод решения задач ЛП. Свойства решений задач ЛП. Симплекс-метод решения задач ЛП. Табличный алгоритм замены базисных переменных. Отыскание исходного опорного решения канонической задачи ЛП. Поиск оптимального решения с помощью симплекс-таблиц. Искусственный базис: метод больших штрафов; двухэтапный метод. Вырожденность в задачах ЛП, проблема закливания. Двойственность в линейном программировании. Построение несимметричной и симметричной пары двойственных задач ЛП. Общий вид моделей прямой и двойственной задач ЛП. Свойства решений двойственных задач. Теорема двойственности и следствия из нее. Теорема о дополнительной нежесткости. Взаимосвязь между		
--	--	---	--	--

		решениями задач двойственной пары. Экономическая интерпретация двойственности. Двойственный симплекс-метод. Содержательная интерпретация решения задачи ЛП, полученного с помощью Экономическая интерпретация двойственной задачи. Анализ модели на чувствительность. Графический метод. Теневая цена. Дефицитные ресурсы. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 2 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.2/НИ, ПК.20.В, ПК.3/НИ.

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Структура билета и перечень вопросов представлены в паспорте зачета по дисциплине. Задания в билете выбираются случайным образом из списка вопросов таким образом, чтобы каждый вопрос был из разных разделов («задачи линейного и целочисленного программирования», «теория игр», «методы нелинейной оптимизации», «вариационное исчисление»). Студент имеет право выбрать вместо двух теоретических вопросов два практических задания (задачи). На выполнение всех заданий отводится два академических часа. Студенты пишут зачет группой. Преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня или уточняющие вопросы после проверки работ.

Сформированность компетенций проверяется также при проверке индивидуального расчетно-графического задания.

В 2 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ПК.2/НИ, ПК.20.В, ПК.3/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий (РГЗ, решение задач в рамках практических занятий) не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных систем управления

Паспорт зачета

по дисциплине «Методы оптимизации», 2 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме, по билетам. Задания в билете выбираются случайным образом из списка вопросов таким образом, чтобы каждый вопрос был из разных разделов («задачи линейного и целочисленного программирования», «теория игр», «методы нелинейной оптимизации», «вариационное исчисление»). Студент имеет право выбрать вместо двух теоретических вопросов два практических задания (задачи). На выполнение всех заданий отводится два академических часа. Студенты пишут зачет вместе (группой). Преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня или уточняющие вопросы после проверки работ.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет АВТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Методы оптимизации»

1. Вопрос 1. Метод половинного деления. Метод золотого сечения.
2. Вопрос 2. Транспортная задача с открытым балансом.
3. Вопросы 3. Цена игры. Минимаксный критерий.
4. Вопрос 4. Уравнение Эйлера.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись) _____
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, но затрудняется при ответе на уточняющие вопросы, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки,

например, вычислительные, оценка составляет 10 баллов.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, может описать основные шаги алгоритмов оптимизации, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 11-17 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ методов, знает все основные понятия, легко отвечает на уточняющие вопросы, безошибочно определяет условия применения методов оптимизации, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 11 баллов (из 20 возможных). В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Баллы за зачет без коэффициентов суммируются с набранными студентом баллами в течение семестра. Итоговая оценка выставляется по общей сумме баллов в соответствии со шкалой ECTS.

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Методы оптимизации»

1. Классификация методов оптимизации. Методы комбинаторной оптимизации.

2. Необходимые условия оптимальности. Критерии оптимальности. Сильный экстремум.

3. Методы нелинейной оптимизации. Методы безусловной оптимизации. Методы одномерного поиска. Методы нулевого, первого, второго порядка. Метод половинного деления. Метод золотого сечения. Метод Гаусса. Градиентные методы. Алгоритм Розенброка. Метод Ньютона.

4. Метод штрафных функций.

5. Динамическое программирование.

6. Вариационное исчисление. Уравнение Эйлера. Экстремали.

7. Эвристические алгоритмы. Генетические алгоритмы. Метод симуляции отжига. Метод роя частиц. Метод роя пчел. Метод колонии муравьев.

8. Задача линейного программирования.

9. Графический метод решения ЗЛП.

10. Симплекс-метод решения ЗЛП.

11. Двойственные задачи. Экономическая интерпретация параметров двойственной задачи.

12. Транспортная задача. Транспортная задача с открытым балансом. Транспортная задача по критерию времени. Транспортная задача по критерию стоимости. Методы поиска опорного и оптимального решения. Распределительный метод. Метод разгрузочных цепей.

13. Задача о назначениях. Венгерский метод решения задачи о назначениях.

14. Задача целочисленного программирования. Метод ветвей и границ. Метод целочисленных форм Гомори.

15. Задача коммивояжера. Метод исключения подциклов.

16. Анализ модели на чувствительность. Графический метод анализа на чувствительность. Анализ дефицитных и недефицитных ресурсов. Изменение коэффициентов целевой функции. Добавление нового ограничения. Добавление нового вида деятельности. Изменение технологических коэффициентов. Теневая цена.

17. Многокритериальная оптимизация.

18. Теория игр. Игры с природой. Статистические игры. Биматричные игры. Цена игры. Минимаксный критерий. Равновесие по Нэшу. Седловая точка. Кооперативные игры.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Методы оптимизации», 2 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны показать умение ставить задачу оптимизации после анализа предметной области, строить модель задачи и способ ее решения. Расчетно-графическое задание выполняется в среде AnyLogic (с помощью оптимизационного эксперимента). Тема для РГЗ выбирается студентами самостоятельно и согласовывается с преподавателем.

Обязательные структурные части РГЗ.

1. Описание предметной области.
2. Описание алгоритма функционирования системы (на основе СМО).
3. Описание основных параметров системы, функциональных блоков.
4. Описание параметров системы и агентов (управляемых переменных).
5. Описание целевой функции, системы требований и ограничений.
6. Результаты оптимизационного эксперимента.
7. Анализ модели на чувствительность.

Оцениваемые позиции: полнота описания процесса функционирования системы, выбор параметров, управляемых переменных, целевой функции, качество подготовки отчета.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует анализ объекта или постановка задачи, выбор параметров не обоснован, целевая функция не соответствует постановке задачи, оптимизационный эксперимент не проведен, оценка составляет менее 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ выполнены формально: анализ объекта выполнен на недостаточном уровне, выбор параметров недостаточно обоснован, ограничения не полные, оценка составляет 20 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, параметры и целевая функция определены и обоснованы, оптимизационный эксперимент проведен, нет анализа модели на чувствительность, оценка составляет 21-33 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если анализ объекта выполнен в полном объеме, все параметры обоснованы, эксперимент и анализ проведен верно, оценка составляет 34-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Выполнение и защита РГЗ являются основным условием допуска студента к зачету. Баллы за РГЗ суммируются с баллами, набранными студентом в течение семестра, без коэффициентов.

4. Пример оформления отчета по РГЗ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра Автоматизированных систем управления

Расчетно-графическая работа
по дисциплине «Методы оптимизации»

Факультет: АВТФ

Преподаватель:

Группа: АСМ-16

Выполнил:

Новосибирск, 2017г.

Цель работы: Описать систему как систему массового обслуживания, провести оптимизационный эксперимент.

Описание системы: Система представляет из себя модель ресторана быстрого питания. В систему поступают клиенты, которые разделены на две группы: обычные клиенты и студенты. Существует набор кассиров, которые обслуживают клиентов. После принятия заказа клиент может уйти или остаться в ресторане, заняв свободный столик. После того, как клиент освобождает столик уборщик подготовит стол для следующего клиента.

Агенты: обычные клиенты; студенты. Характеризуются частотой появления в системе, вероятностью остаться в ресторане на обед и продолжительностью обеда.

Ресурсы: Кассиры, столики, уборщики.

На рисунке 1 представлена модель системы.

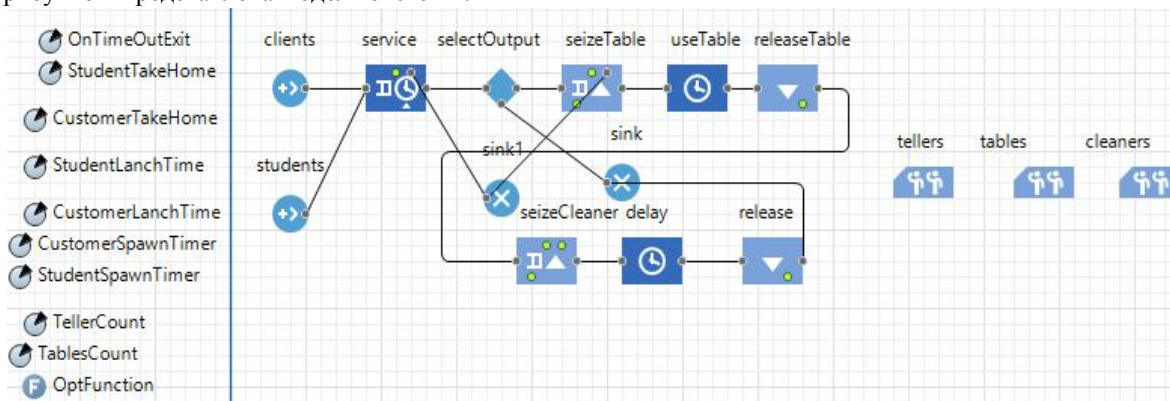


Рисунок 1 Модель системы

Для более наглядного представления модели была добавлена графическая часть, которая представлена на рисунке 2.

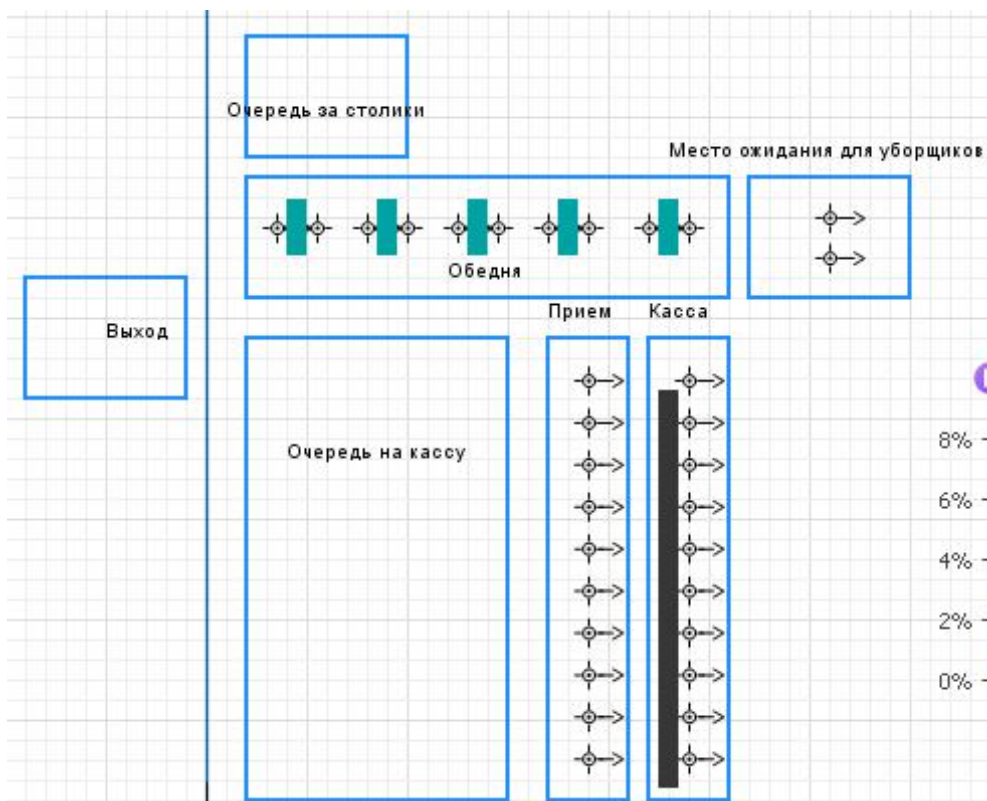


Рисунок 2 Графическое отображение модели

Чтобы удобнее было изменять параметры модели на окне начала симуляции были добавлены соответствующие параметры, которые связаны с параметрами самой модели. На рисунке 3 представлено окно настройки модели.

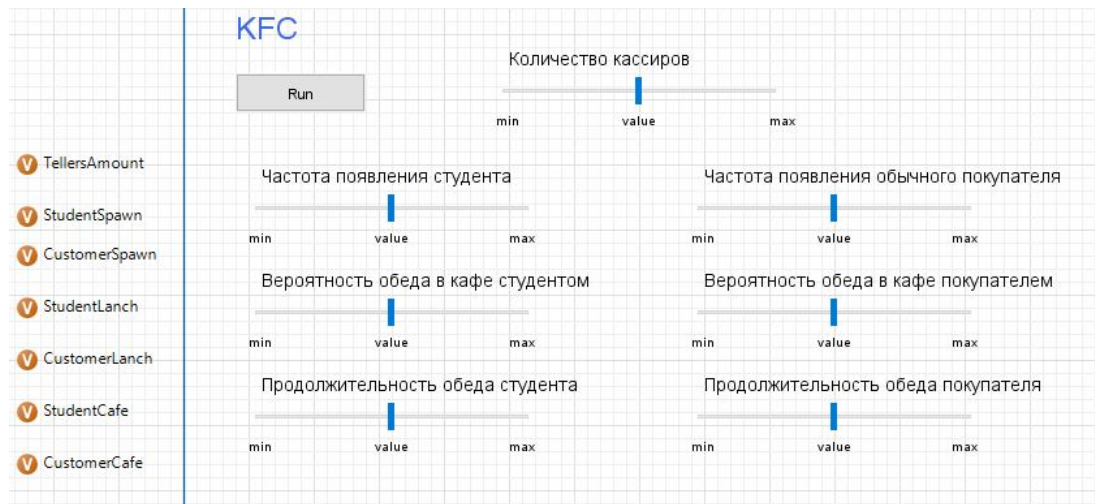


Рисунок 3 Настройки модели

Рассмотрим агента Customer. Агент имеет 6 параметров:

- StartWaiting – double. Отслеживает время начала ожидания агента в очереди, необходим для отслеживания полного времени ожидания в системе.
- EnteredSystem – double. Отслеживает время прибытия агента в систему, необходим для отслеживания полного времени пребывания в системе.
- TakeHome – double [0...1]. Вероятность того, что клиент возьмет еду с собой.
- LanchTime – double. Продолжительность обеда.
- LanchStart – double. Отслеживает время начала обеда, необходим для отслеживания полного времени обеда агента.
- Pos – Position. Запоминает позицию агента во время обеда. Необходимо, чтобы уборщик занял ту же позицию для уборки.

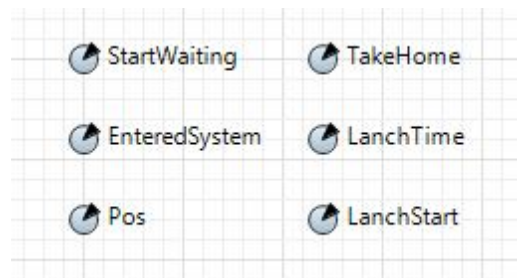


Рисунок 4 Параметры Customer

Агент Student расширяет агента Customer, наследуя все его параметры. Благодаря этому мы можем моделировать систему с двумя агентами, имеющими разный набор параметров. Необходимые параметры агентов Customer и Student инициализируются в блоке Source. На рисунке 5 представлен пример инициализации параметров блока source – students.

Свойства

students - Source

Новый агент:

Student

Местоположение прибытия:

Узел сети / ГИС

Узел:

node3

Скорость:

10

Специфические

Действия

До прибытия:

При подходе к выходу:

При выходе:

```

agent.enteredSystem = time();
agent.TakeHome = StudentTakeHome;
agent.LanchTime = StudentLanchTime;

```

Рисунок 5 Блок source

Для ведения статистики были добавлены графики и гистограммы, отслеживающие показатели системы, например, среднее время ожидания в очереди клиентом, количество ушедших клиентов или длину очереди. Графики и гистограммы представлены на рисунке 6.

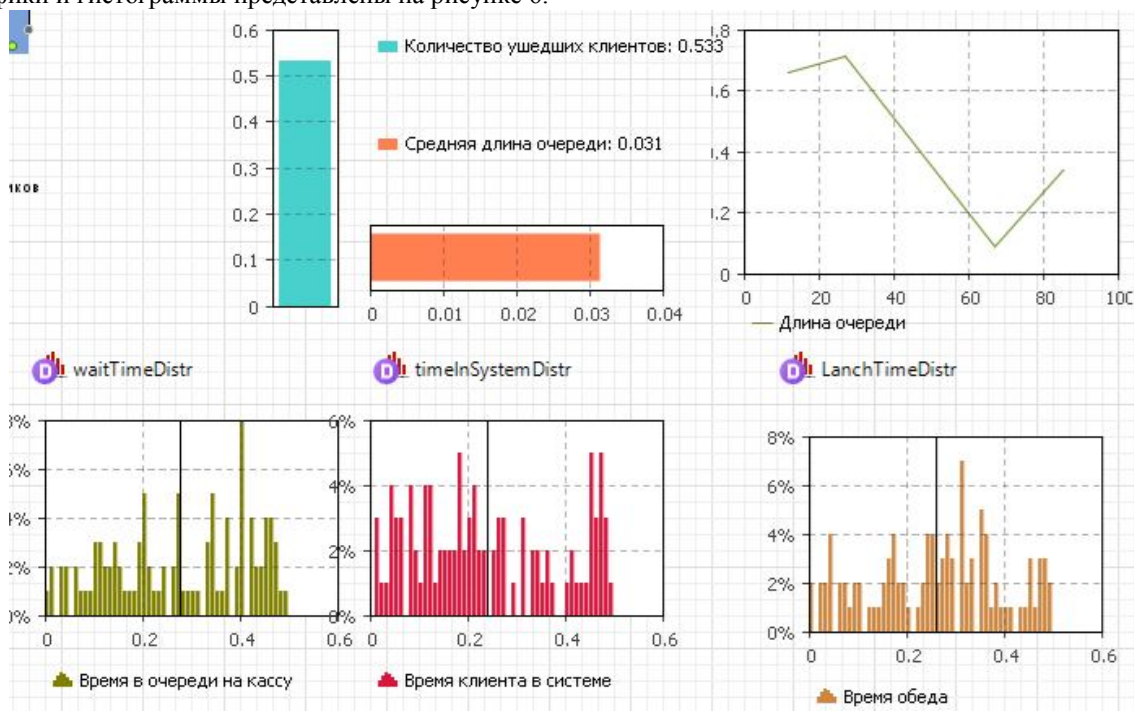


Рисунок 6 Элементы сбора статистики

Запустив эксперимент на выполнение и задав необходимые параметры получим работающую модель ресторана быстрого питания. Процесс выполнения модели представлен на рисунке 7.

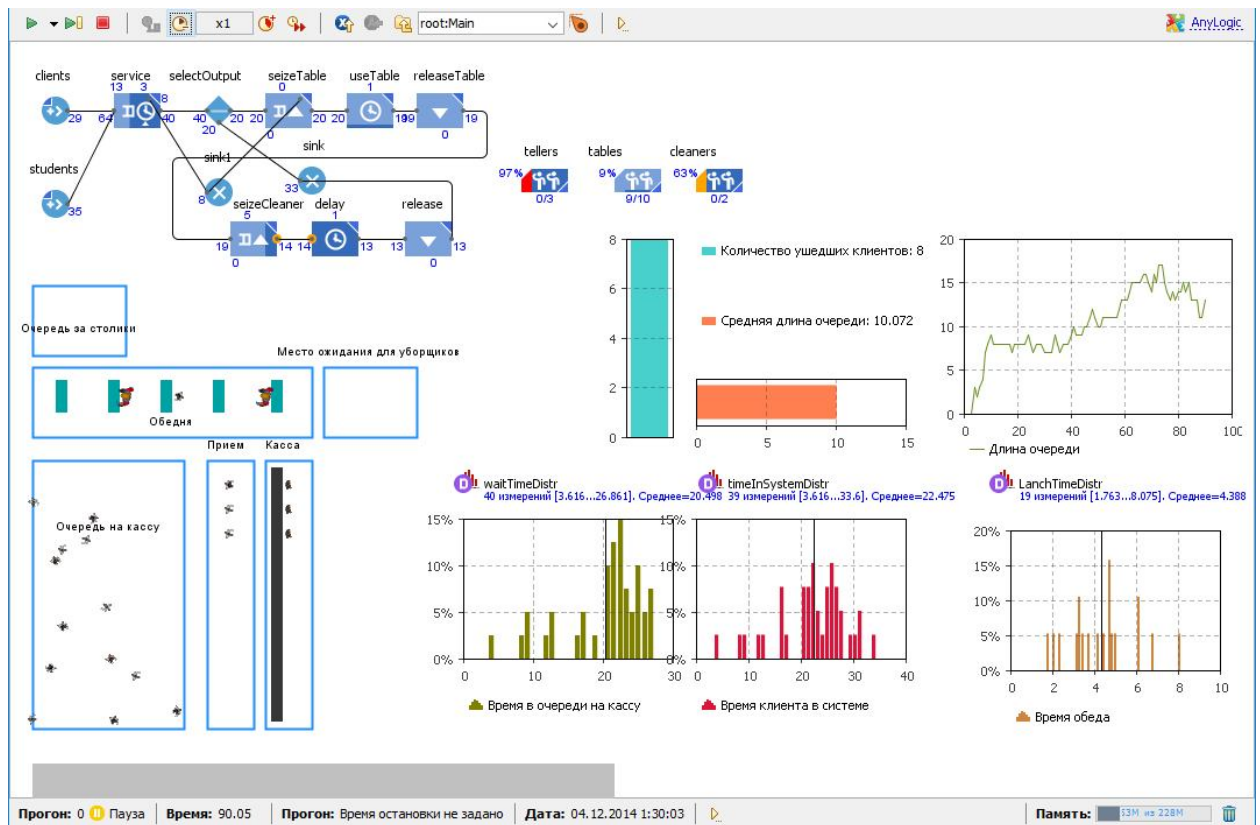


Рисунок 7 Выполнение модели

Оптимизационный эксперимент: процесс выполнения эксперимента будет выполняться для заданных значений. Для того, чтобы определить оптимальное количество необходимых столиков и кассиров выполним оптимизационный эксперимент.

Для начала необходимо задать целевую функцию, которая описывает затраты на содержание:

return TellerCount * 20000 + TablesCount * 2000;

Будем минимизировать эту функцию, меня значения параметров *TellerCount* и *TablesCount*. Также наложим требования для данного эксперимента, которые представлены на рисунке 8.

Optimization - Оптимизационный эксперимент			
Модельное время			
Ограничения			
Требования			
Требования (проверяются после "прогона" для определения того, допустимо ли найденное решение):			
Вкл.	Выражение	Тип	Гран...
☒	root.service.seize.queue.statsSize.mean()	<=	8.0
☒	root.seizeTable.queue.statsSize.mean()	<=	0.2
☒	root.OnTimeOutExit	<=	5.0

Рисунок 8 Требования эксперимента

Помимо этого, зададим параметры, при которых будет выполняться эксперимент.

Optimization - Оптимизационный эксперимент					
Параметр	Тип	Значение			
		Мин.	Макс.	Шаг	Начальное
TellerCount	дискретный	1	10	1	3
Studen...Home*	фиксированный	StudentCafe			
Custo...Home*	фиксированный	CustomerCafe			
Studen...hTime*	фиксированный	StudentLanch			
Custom...Time*	фиксированный	CustomerLanch			
Custom...Timer*	фиксированный	CustomerSpawn			
Student...Timer*	фиксированный	StudentSpawn			
QueueMean	фиксированный	0			
QueueSum	фиксированный	0			
QueueTick	фиксированный	0			
TablesCount	дискретный	1	20	1	5
OnTimeOutExit	фиксированный	0			

Рисунок 9 Параметры эксперимента

Выполним два оптимизационных эксперимента с разным набором параметров продолжительностью один рабочий день:

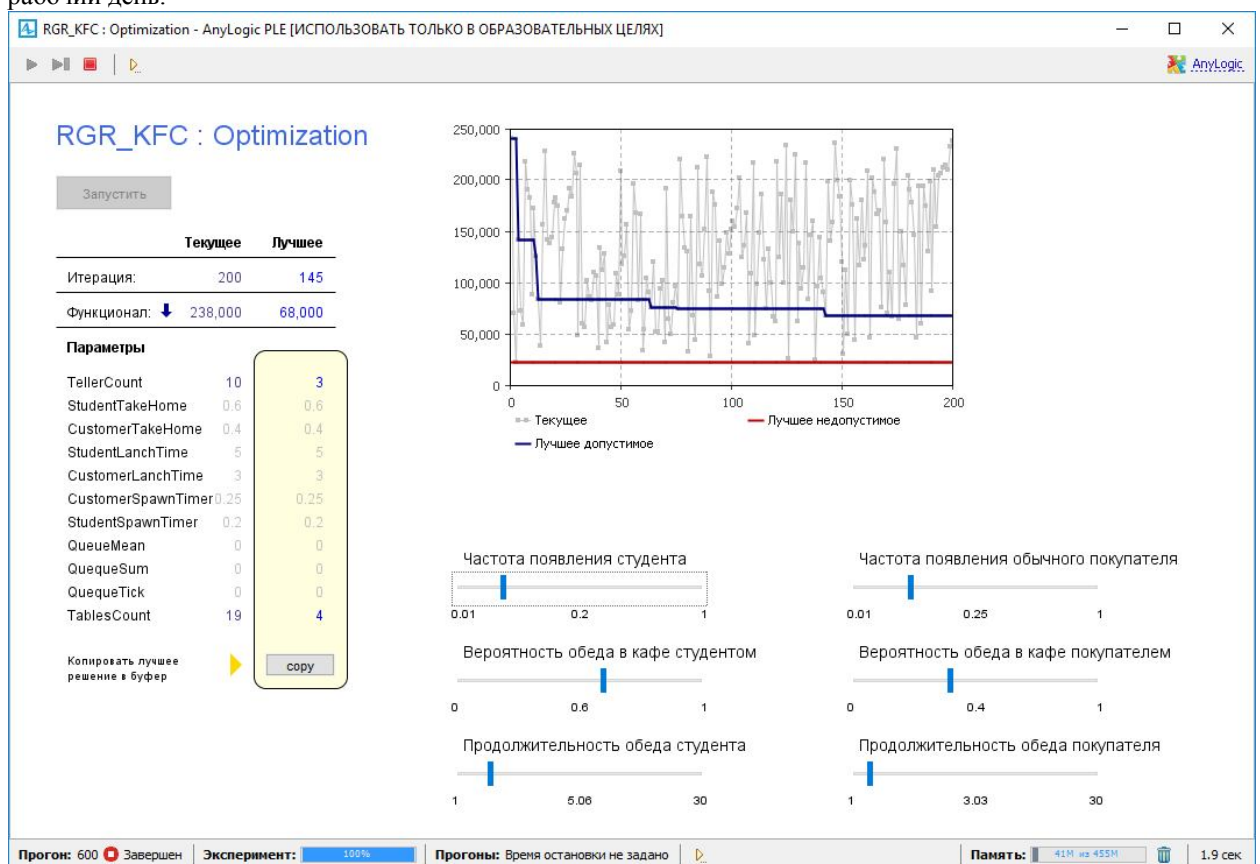


Рисунок 10 Оптимизационный эксперимент

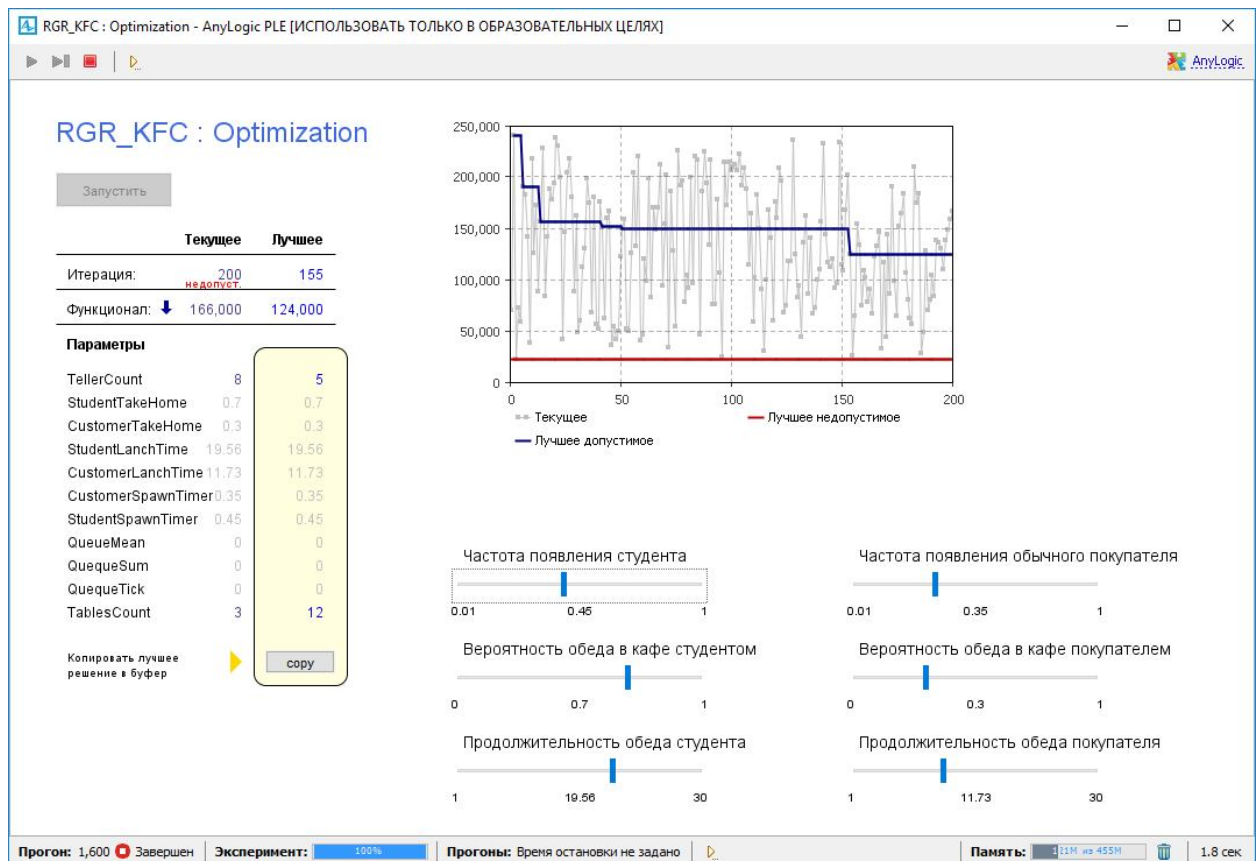


Рисунок 11 Оптимизационный эксперимент

Как видно из результатов мы получили два разных решения при разных данных.

Контрольный вопрос:

Почему в оптимизационном эксперименте кривая лучшего недопустимого значения бывает выше лучшего допустимого?

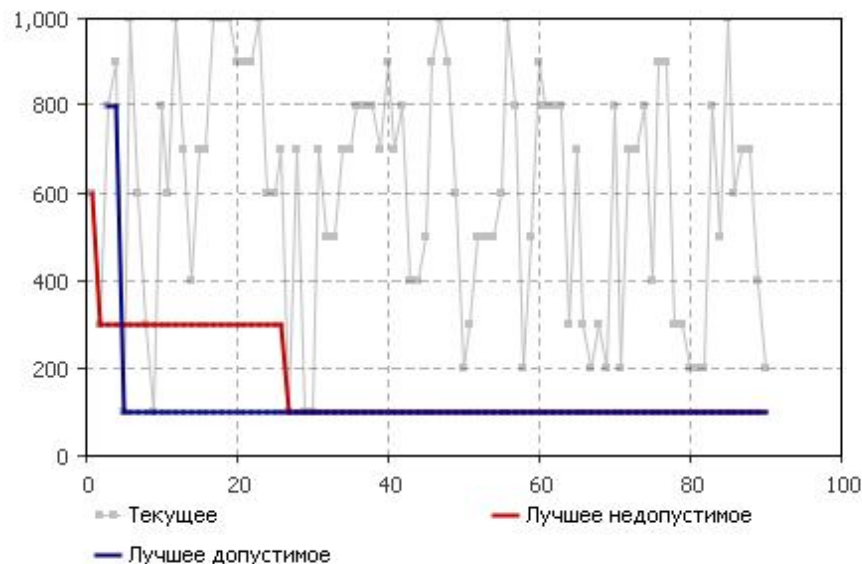


Рисунок 12 Пример ситуации

Ответ: Лучшее недопустимое - это значение, полученное без учета ограничений, наложенных на оптимизируемую модель. Проблема кроется в использовании статических переменных. При запуске оптимизации, переменные не обнуляются и используются некоторые значения с прошлого запуска. А ситуация с тем, что кривая лучшего недопустимого оказывается выше лучшего допустимого возникает при смене оптимизационной функции, и при первом запуске с новой функцией будут использоваться старые значения. При этом, если запустить оптимизационный эксперимент повторно с той же функцией, то график

будет корректен, как показано на рисунке 13. Решить такую проблему можно отказавшись от статических переменных.

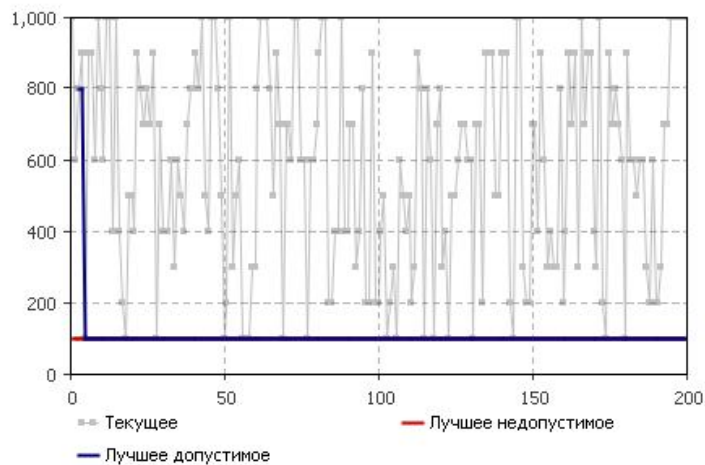


Рисунок 13 График при повторном эксперименте

Вывод: в результате выполнения работы была создана модель системы массового обслуживания ресторана быстрого питания с изменяемыми параметрами системы. Также был выполнен оптимизационный эксперимент для нахождения оптимально количества кассиров и столиков при заданных параметрах системы. Однако полученное решение не является точным, т.к. количество итераций оптимизационного процесса в ознакомительной версии программы ограничено 500, что напрямую влияет на точность решения.