

АЛГОРИТМЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ОБЛАЧНОЙ СИСТЕМЫ КОЛЛЕКТИВНОГО ДОСТУПА К ВИРТУАЛЬНЫМ РАБОЧИМ ОКРУЖЕНИЯМ

05.13.11– математическое и программное обеспечение вычислительных машин,
комплектов и компьютерных сетей

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук

Л.В. Легашев

Научный руководитель:
БОЛОДУРИНА Ирина Павловна,
доктор технических наук, профессор

Цель диссертационной работы

Цель работы: Разработка эффективных алгоритмов планирования и формирования виртуальных рабочих окружений конечных пользователей облачной системы, учитывающих специфику коллективного использования программных продуктов в проблемно-ориентированной среде

Основные задачи

1. Разработать математическую модель управления ресурсами облачной системы по предоставлению коллективного доступа к виртуальным рабочим окружениям в проблемно-ориентированной среде.
2. Разработать интеллектуальные алгоритмы управления виртуальными ресурсами облачной системы в условиях существующих ограничений по времени работы и по типу виртуальных ресурсов.
3. Реализовать симулятор облачной системы коллективного доступа к виртуальным рабочим окружениям для исследования эффективности предложенных алгоритмов.
4. Провести апробацию разработанной облачной системы в образовательных организациях среднего образования.

Актуальность исследования

- **Существующие проблемы:**

- Несвоевременное обновление компьютерного парка
- Закупка, установка и настройка лицензионного программного обеспечения
- Отсутствие квалифицированных кадров

- **Уровень информатизации образовательных учреждений Оренбургской области:**

- 722 общеобразовательные организации
- 826 компьютерных классов
- В 89% школ – устаревшие ОС Windows
- Устаревшие версии MS Office
- Преимущественно бесплатные графические пакеты

- **Преимущества облачных систем:**

- Современное ПО
- Масштабируемость систем
- Низкие требования к компьютерам пользователей



Схема облачной системы коллективного доступа к виртуальным рабочим окружениям

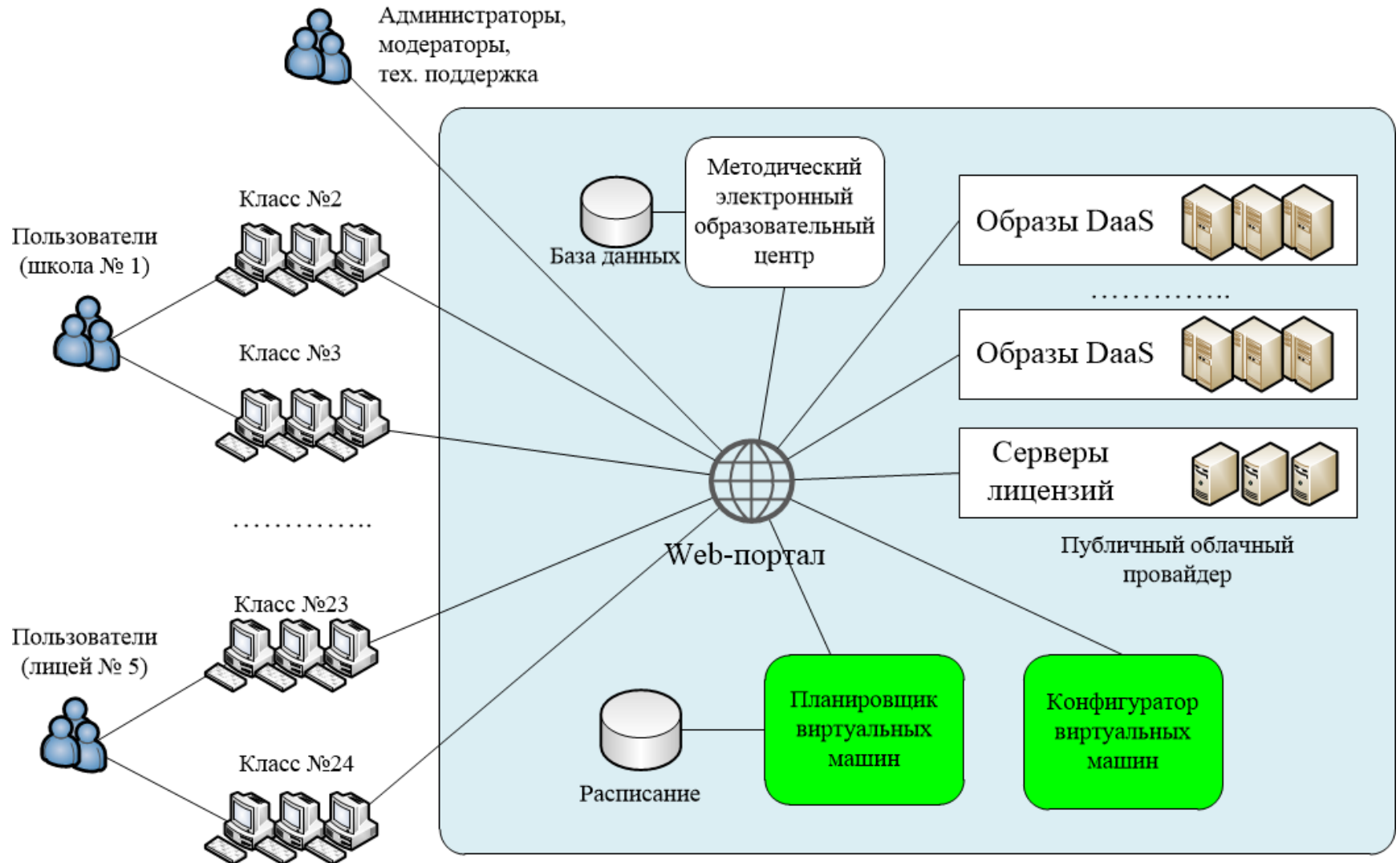
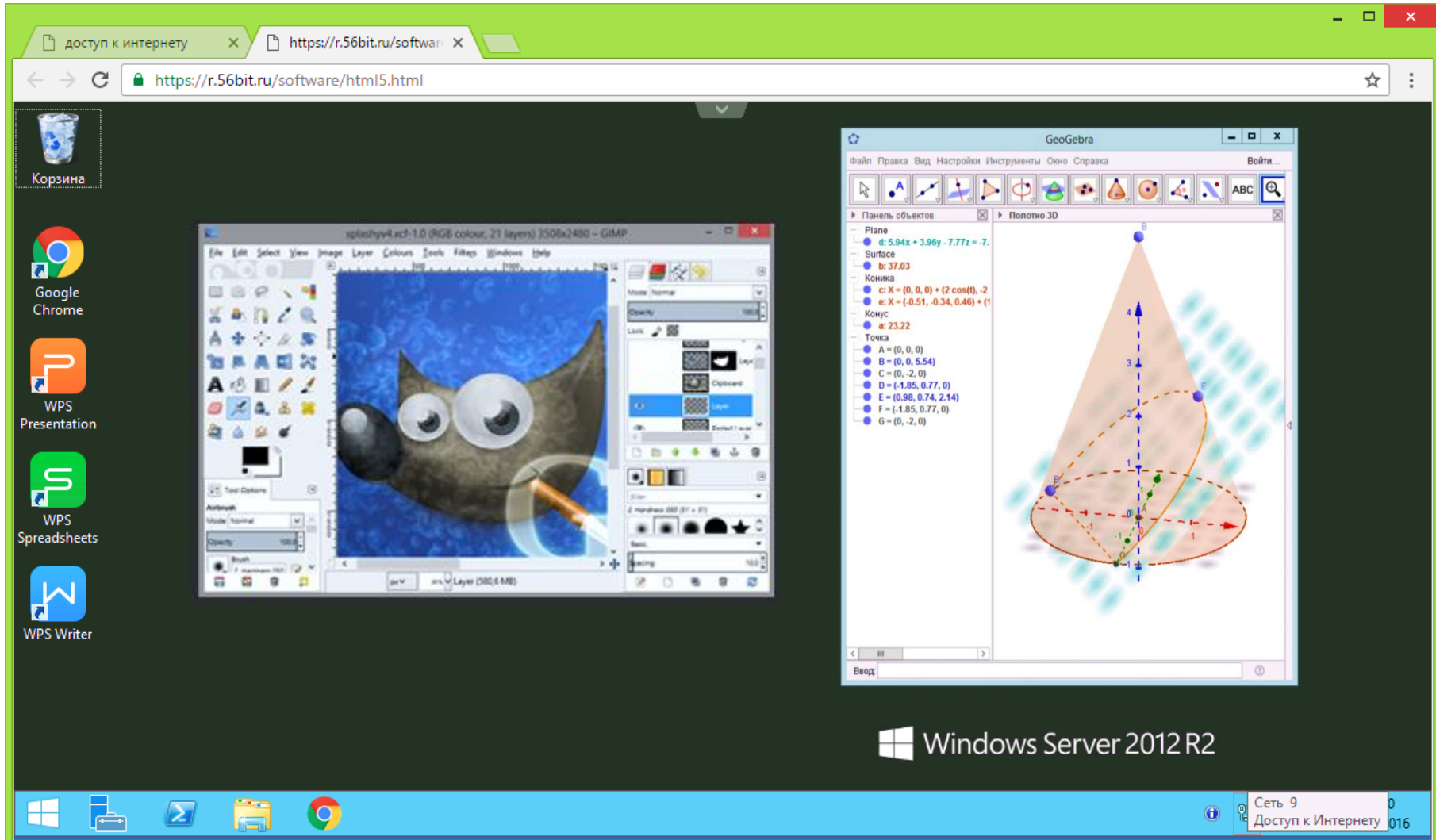


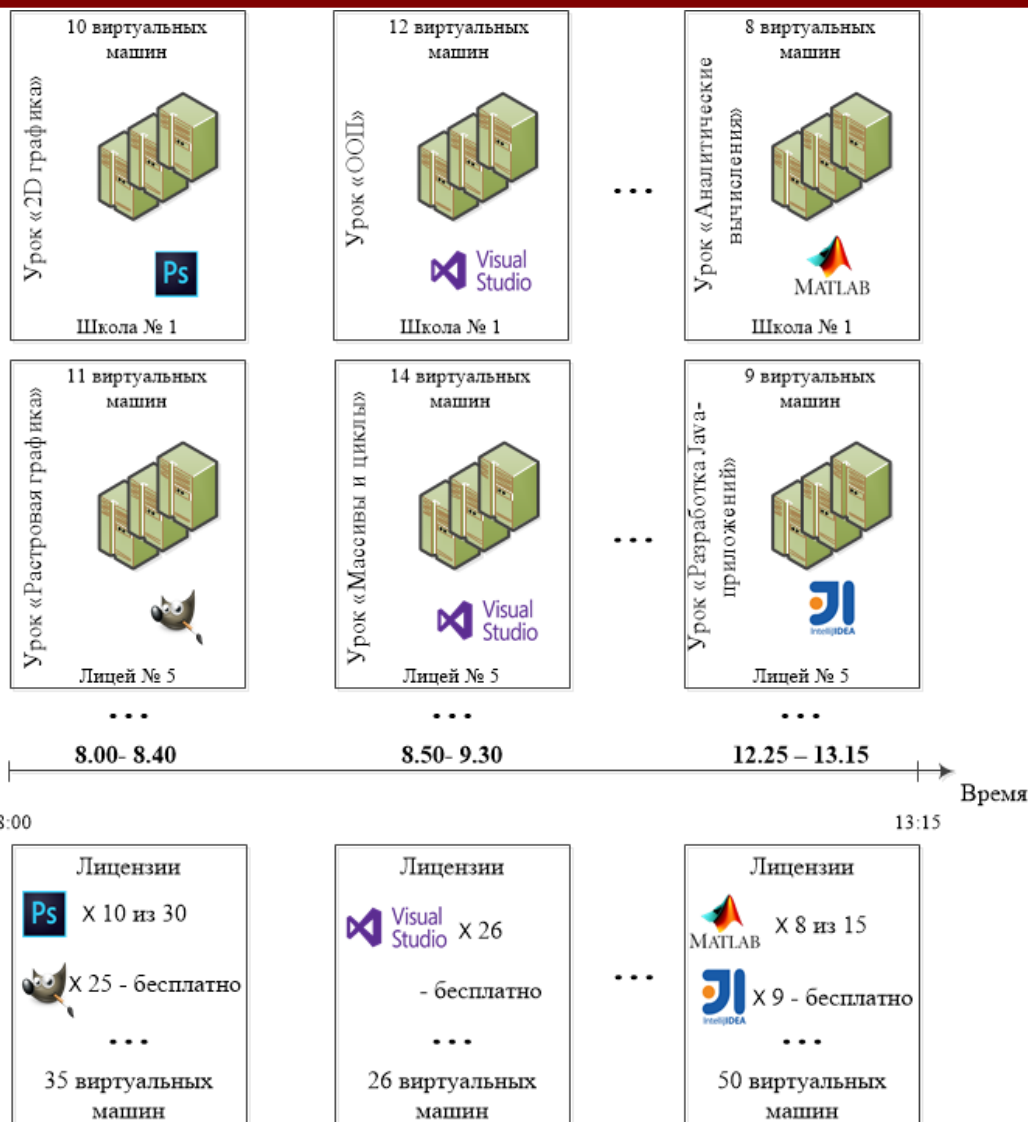
Схема DaaS (виртуальный рабочий стол)



Сравнение существующих решений в области реализации схемы DaaS

	Минимальный срок аренды	Требуется предварительная настройка виртуального стола пользователем	Предустановленное ПО	Специфическое лицензионное ПО
Amazon Workspaces	1 час	+	Internet Explorer 11, Firefox, 7-Zip, Microsoft Office 2010/2013	При наличии лицензии у каждого пользователя
MyCloudIT	1 месяц	+	Microsoft Office, Outlook, Skype, Adobe Reader, Mozilla Firefox, Internet Explorer	Возможна покупка сроком на месяц
Workspot	1 месяц	+	Microsoft Office, Outlook, Adobe Reader, Internet Explorer	Возможна покупка сроком на месяц
Облачная система коллективного доступа	40 минут	—	Наборы ПО “Офисные пакеты”, “Основы программирования”, “2D графика”, “3D графика”, “Математические пакеты” и др.	Предоставляется пользователям из списка доступного ПО

Особенности использования облачной системы



- Совместное использование ресурсов системы пользователями
- Сокращение затрат на закупку дорогостоящего программного обеспечения
- Проблема многообразия программного обеспечения и схем лицензирования
- Проблема продолжительности рабочих сессий для разных групп пользователей

Научная проблема

Научная проблема диссертационного исследования заключается в разработке методов решения двух NP-полных задач с учётом специфики коллективного доступа конечных пользователей к удалённым ресурсам облачной системы:

1. Задача составления оптимального расписания за полиномиальное время в условиях временных и лицензионных ограничений.
2. Задача эффективной настройки виртуальных рабочих окружений пользователей за минимальное время.

Научная новизна

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

1. Разработана новая математическая модель, описывающая структуру облачной системы и учитывающая специфику коллективных запросов организаций на доступ к информационным ресурсам с целью составления глобального расписания системы.
2. Разработаны эвристические алгоритмы планирования рабочих виртуальных окружений облачной системы, позволяющие повысить процент удовлетворенных заявок пользователей в условиях существующих временных и ресурсных ограничений.
3. Разработаны эвристические алгоритмы формирования виртуальных окружений пользователей облачной системы, позволяющие минимизировать суммарное время настройки рабочих виртуальных окружений.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость работы заключается в том, что в ней дано формальное описание алгоритмов управления виртуальными ресурсами облачной системы, включающее в себя математическую и функциональную модели облачной системы коллективного доступа к виртуальным рабочим окружениям.

Практическая значимость работы заключается в том, что на базе предложенных алгоритмов разработан и реализован программный комплекс, позволяющий генерировать основные параметры облачной системы; генерировать заявки пользователей на предоставление доступа к виртуальным ресурсам; составлять оптимальное расписание облачной системы в условиях временных и ресурсных ограничений; формировать дисковые образы виртуальных машин за минимальное время.

Математическая модель управления ресурсами облачной системы

Облачная система $C_{cloud} = \{Z_{temp}, S_{soft}, R_{req}, U_{users}, F_{flav}, D_{data}, S\}$

$Z_{temp} = \{Z_{temp}^1, Z_{temp}^2, \dots, Z_{temp}^i\}$ – шаблоны расписаний;

$S_{soft} = \{S_{soft}^1, S_{soft}^2, \dots, S_{soft}^j\}$ – ПО;

U_{users} – количество пользователей;

$R_{req} = \{R_{req}^1, R_{req}^2, \dots, R_{req}^n\}$ – заявки;

S – расписание облачной системы;

$F_{flav} = \{F_{flav}^1, F_{flav}^2, \dots, F_{flav}^m\}$ – шаблоны VM;

$D_{data} = \{D_{data}^1, D_{data}^2, \dots, D_{data}^p\}$ – множество ЦОД.

Шаблон расписания $Z_{temp}^i = \{Z_{title}^i, Z_{length}^i, Z_{intervals}^i\}$

Z_{title}^i – наименование шаблона;

$Z_{length}^i \in \mathbb{N}$ – продолжительность рабочей сессии;

$Z_{intervals}^i = \{[z_r, z_r + Z_{length}^i] \mid z_r \in \mathbb{N}\}$ – множество временных интервалов.

Программное обеспечение $S_{soft}^j = \{S_{OS}, S_{title}, S_{license}, S_{install}, S_{delete}\}$

$S_{OS} \in \{OS_1, OS_2, \dots, OS_o\}$ – ОС;

S_{title} – наименование ПО;

$S_{license}$ – количество лицензий ПО;

$S_{install}$ – время установки;

S_{delete} – время удаления.

Математическая модель управления ресурсами облачной системы

Заявка $R_{\text{req}}^k = \{\hat{Z}_{\text{temp}}^i, R_{\text{count}}^k, \hat{S}_{\text{soft}}^k, t_{\text{arrive}}^k, T_k, \hat{T}_k, w_k, R_{\text{status}}^k\}$

$\hat{Z}_{\text{temp}}^i \in Z_{\text{temp}}, i = 1, \dots, |Z_{\text{temp}}|$ – шаблон расписания;

R_{count}^k – количество VM;

$\hat{S}_{\text{soft}}^k \subseteq S_{\text{soft}}$ – требуемое ПО;

t_{arrive}^k – время поступления заявки;

$T_k \subseteq Z_{\text{intervals}}$ – требуемые временные слоты;

$\hat{T}_k \subseteq Z_{\text{intervals}}$ – подобранные временные слоты;

w_k – весовой коэффициент; $R_{\text{status}}^k = \{-1, 0, 1\}$ – статус заявки.

Шаблон виртуальной машины $F_{\text{flav}} = \{C_m, M_m, D_m\}$

C_m – ядра процессора;

M_m – оперативная память в Гб; D_m – объём диска в Гб.

R_{status}^1	$\hat{T}_1$	$\hat{S}_{\text{soft}}^1$	R_{count}^1	T_1	$\hat{Z}_{\text{temp}}^1$	– расписание S.
R_{status}^2	$\hat{T}_2$	$\hat{S}_{\text{soft}}^2$	R_{count}^2	T_2	$\hat{Z}_{\text{temp}}^2$	
R_{status}^3	$\hat{T}_3$	$\hat{S}_{\text{soft}}^3$	R_{count}^3	T_3	$\hat{Z}_{\text{temp}}^3$	
...	...	...	...	...	...	
R_{status}^n	$\hat{T}_n$	$\hat{S}_{\text{soft}}^n$	R_{count}^n	T_n	$\hat{Z}_{\text{temp}}^n$	

Оптимизационная задача составления расписания облачной системы в условиях ресурсных и временных ограничений

$$F(S) = \sum_{k=1}^n w_k x_k \rightarrow \max, \quad (1)$$

$n = |R_{\text{req}}|$ – общее количество заявок пользователей;

$$\forall k = \overline{1, n}: S(x_k) = \begin{cases} \alpha \cdot R_{\text{count}}^k, & \text{если } \hat{T}_k \equiv T_k, \\ \beta \cdot R_{\text{count}}^k, & \text{если } (\hat{T}_k \neq T_k) \wedge (|\hat{T}_k| = |T_k|), \\ -\gamma \cdot R_{\text{count}}^k, & \text{если } \hat{T}_k = \emptyset. \end{cases}$$

Ограничения на лицензии ПО:

$$\forall j = \overline{1, |S_{\text{soft}}|}, \forall l = [t_{\text{start}}, t_{\text{end}}]: G_{S,j,l} \leq S_{\text{license}}^j, \quad (2)$$

$G_{S,j,l}$ – число VM, выполняющих j-е ПО в l-й интервал времени.

Ограничения на число размещаемых машин:

$$\forall k = \overline{1, |R_{\text{req}}|}: H(R_{\text{req}}^k) = R_{\text{count}}^k, \quad (3)$$

где $H(R_{\text{req}}^k)$ – количество размещенных машин пользователя.

Оптимизационная задача формирования дисковых образов виртуальных машин

Дисковый образ $F_{\text{flav}}^m = (f_1, \dots, f_m), f_i \in \{0, 1\}$ – двоичный вектор.

$G = (V, E)$ – ациклический ориентированный граф,

$V = 2^{|S_{\text{soft}}|}$ – всевозможные дисковые образы; S_{install} – вес ребра в графе.

$$F_{\text{time}} \rightarrow \min,$$

$$F_{\text{time}} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{|S_{\text{soft}}|} F_{\text{flav}}^i(f_j) \cdot S_{\text{install}}^j. \quad (4)$$

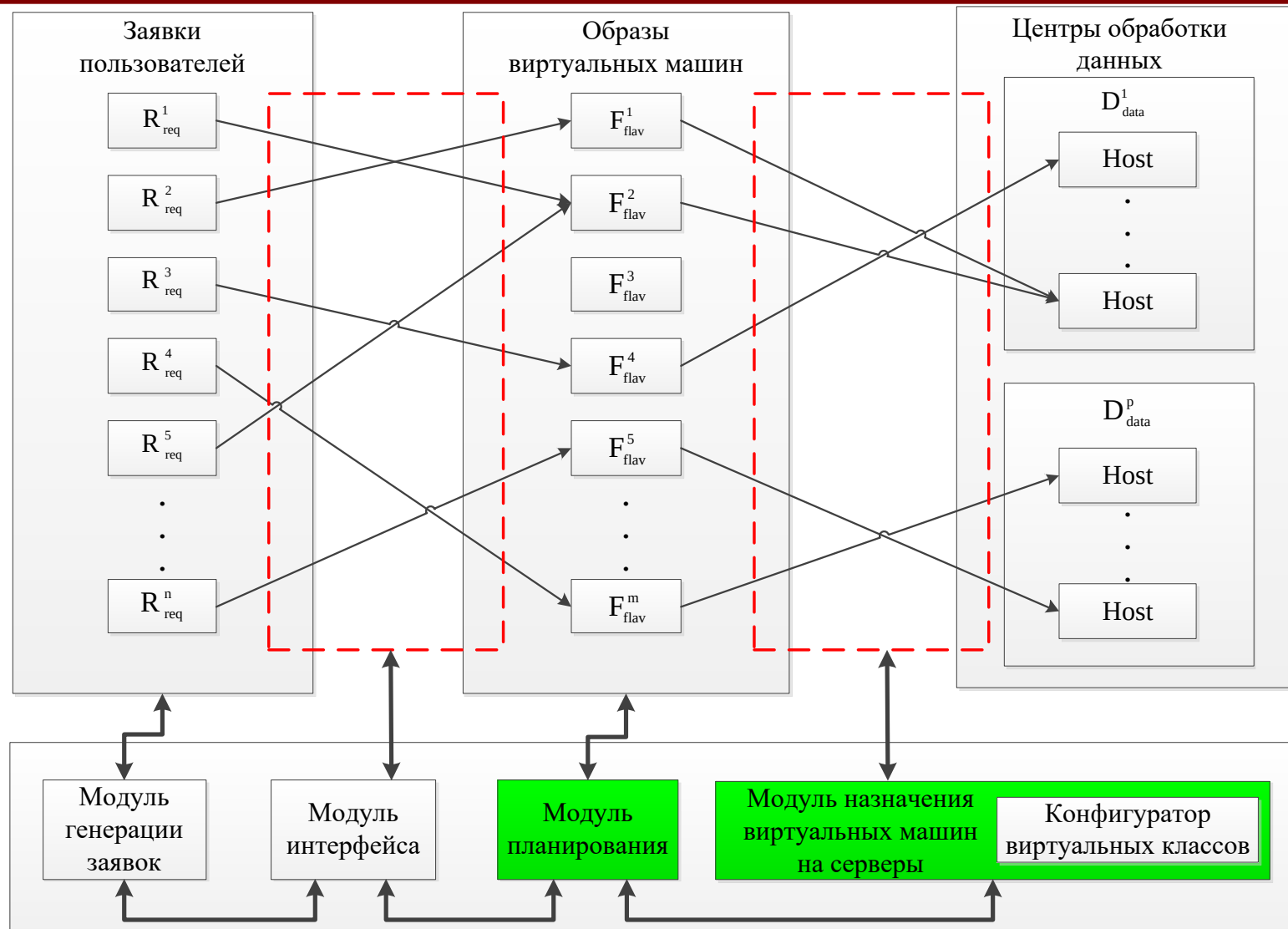


Входные данные: расписание облачной системы.

Алгоритмизация: нахождение оптимальной последовательности установки ПО.

Выходные данные: скрипты для развертывания программного обеспечения.

Функциональная модель управления ресурсами облачной системы



Алгоритмы управления ресурсами облачной системы

Задача составления расписания облачной системы является **NP-полной***



*Even S., Itai A. Shamir A. On the complexity of timetable and multi-commodity flow problems // Foundations of Computer Science, 16th Annual Symposium – 1975 – pp. 184-193.

Задача нахождения минимального дерева Штейнера является **NP-полной****



**Foulds L., Graham R. The Steiner problem in phylogeny is NP-complete / Adv. Appl. Math. 3(1) – 1982 – pp. 43-49.

Преимущество: полиномиальная вычислительная сложность выбранных для реализации эвристических алгоритмов.

Алгоритм формирования предварительного расписания облачной системы

Построение первоначального варианта расписания S в рамках ограничений (2),(3) методом Round-Robin циклического распределения нагрузки системы.

Матрица SWCheck:

Строки = программное обеспечение

Столбцы = суммарное количество минут рабочего дня

Во время работы метода Round-Robin происходит равномерное распределение заявок в расписании $S_{initial}$ и первичное назначение статусов пользователей.

Инициализация матрицы расписания

$$SWCheck = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}$$

Заполнение матрицы расписания

$$SWCheck = \begin{vmatrix} 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & \dots & 0 \end{vmatrix}$$

Превышение допустимого количества лицензий

$$SWCheck = \begin{vmatrix} 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & 15 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & 5 & \dots & 0 \\ 12 & 12 & 12 & 12 & 23 & 23 & 23 & 23 & 23 & 11 & 11 & 11 & 11 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & 17 & \dots & 0 \end{vmatrix}$$

Размещение заявок пользователей методом имитации отжига

1. Задать максимальную температуру.
2. Построить начальное расписание S в рамках ограничений (2),(3) вызовом метода Round-Robin.
3. Расписание S принять за оптимальное расписание.
4. В качестве текущей температуры процесса выставить максимальную температуру.
5. В качестве текущего расписания выставить начальное расписание.
6. ПОКА текущая температура превышает фиксированное значение.
7. Стохастически изменить текущее расписание в рамках ограничений (2),(3).
8. Вычислить значение целевой функции (1).
9. ЕСЛИ значение целевой функции увеличилось.
10. ТО принять текущее расписание в качестве оптимального расписания.
11. ИНАЧЕ вычислить вероятность $P = e^{-\left| \frac{F(S_{\text{current}}) - F(S_{\text{best}})}{t_{\text{curr}}} \right|}$
12. ЕСЛИ вероятность P больше случайного числа из [0,1].
13. ТО принять текущее расписание в качестве оптимального расписания.
14. ИНАЧЕ повторить шаги 6-9.
15. Уменьшить температуру.

Размещение заявок пользователей генетическим алгоритмом

1. Создать начальную популяцию применением метода Round-Robin к перестановкам пользователей в очереди.
2. В качестве текущей популяции принять начальную популяцию.
3. В цикле по всем эпохам алгоритма в рамках ограничений (2),(3):
4. Провести операцию скрещивания родительских вариантов расписаний.
5. Провести операцию мутации случайно выбранного расписания.
6. Вычислить значение целевой функции (1) для всех особей.
7. Отобрать фиксированное число особей с максимальным значением целевой функции и записать их в следующее поколение.
8. ЕСЛИ достигнуто максимальное количество эпох.
9. ТО завершить работу алгоритма.
10. ИНАЧЕ повторить шаги 4-7.

Parent ₁	Parent ₂	Child
1	×	1
1	×	-1
-1	×	-1
1	×	1
...	...	...
-1	×	1

1. Скрещивание

1	1	-1	1	1	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	-1	1
-1	1	1	0	1	0	1	1	0	1
1	-1	1	1	-1	0	0	0	1	-1
-1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	0

2. Мутация

Mutated₄

1	-1	1	1	1	1
1	1	1	-1	-1	1
-1	1	-1	1	-1	-1
1	1	1	-1	1	1
...	...	...	...	...	...

F(S₁) F(S₂) F(S₃) F(S₄) F(S₅) F(S₆)

3. Селекция

Формирование дисковых образов виртуальных машин методом муравьиной колонии

$d(G) = \sum_{e \in E} d(e)$ – длина графа G .

$\eta_{ij} = 1/D_{ij}$ – зрение муравья.

$\tau_{ij}(t)$ – интенсивность фермента.

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{Q}{L(t)}, (i, j) \in I(t) \\ 0, (i, j) \notin I(t) \end{cases}$$

– количество откладываемого фермента на ребрах графа G .

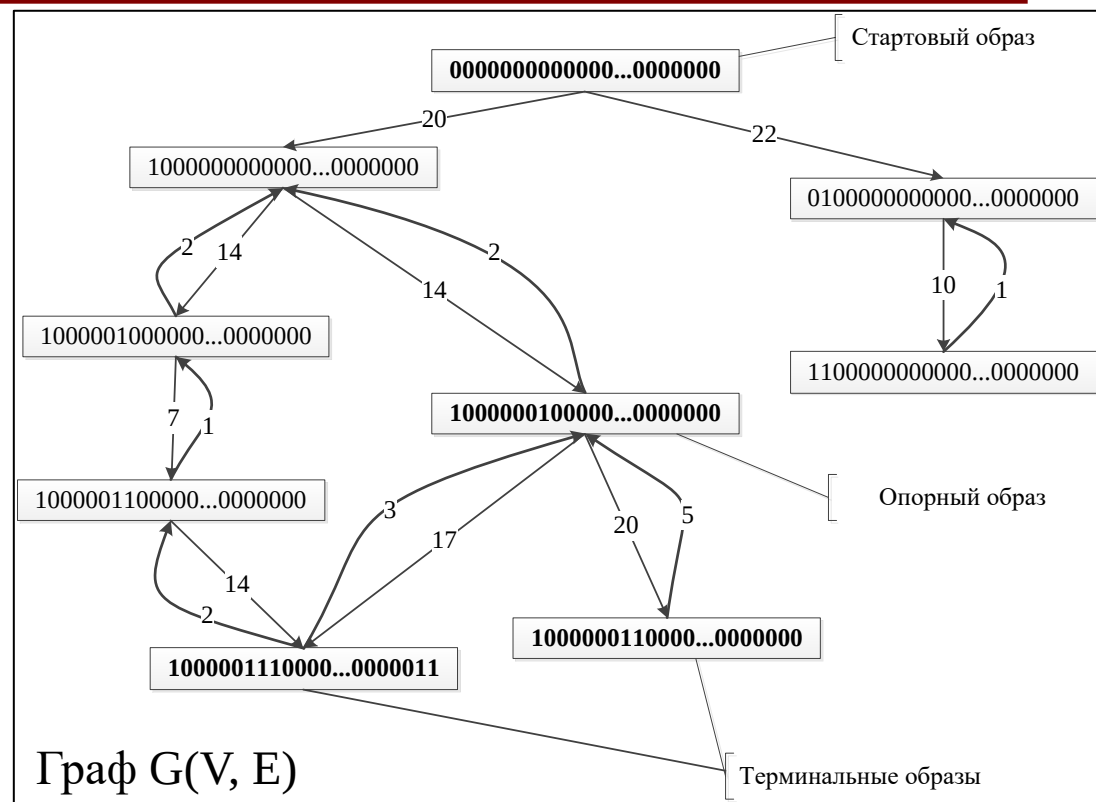
$$\tau_{ij}(t+1) = (1 - \rho_h) \cdot \tau_{ij}(t) + k_{ij} \cdot \Delta\tau_{ij}(t),$$

– испарение фермента с ребер графа G .

$$P_{ij,k}(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^{\alpha'} * [\eta_{ij}(t)]^{\beta'}}{\sum_{l'} [\tau_{il'}(t)]^{\alpha'} * [\eta_{il'}(t)]^{\beta'}}, & i \text{ не зависит от } j \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

α' – вес фермента

β' – коэффициент эвристики



– вероятность выбора пути муравьем.

$L(t)$ – длина дерева

Q – константа

l' – количество ПО в образе F_{flav}^m

$I(t)$ – подмножество вершин

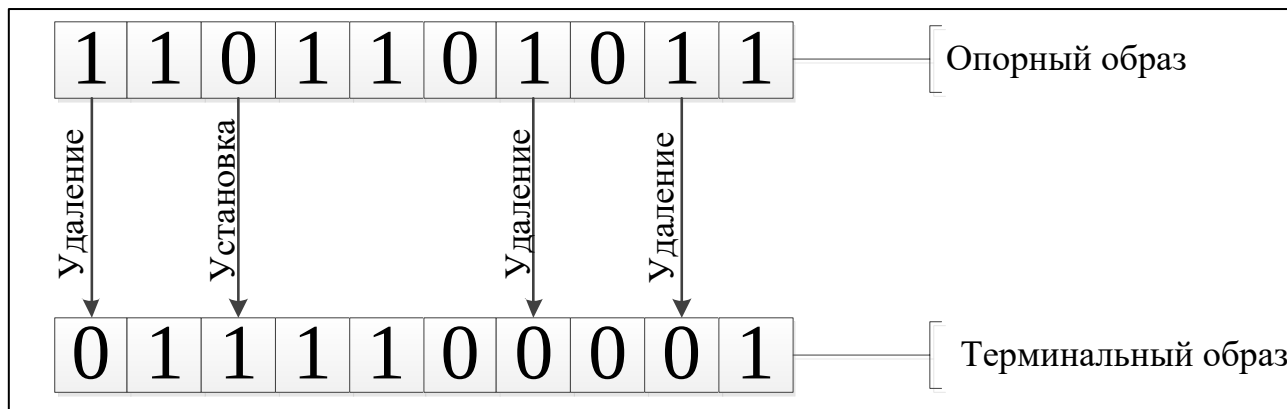
Формирование дисковых образов виртуальных машин жадным алгоритмом

$$M_{i \times j} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} - \text{матрица терминальных образов виртуальных машин.}$$

Формирование опорного образа путем оценки использования программного обеспечения:

$$\forall i, \forall j: M_{\text{master}(j)} = \frac{(\sum_{r=0}^i M_{rj})}{i}. \quad (5)$$

$$M_{\text{master}(j)} = \begin{cases} 1, & \text{если } M_{\text{master}(j)} \geq t_{\text{Threshold}} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}, \quad t_{\text{Threshold}} - \text{константное пороговое значение}$$



Поэлементное
сравнение
опорного образа с
терминальными
образами

Симулятор облачной системы

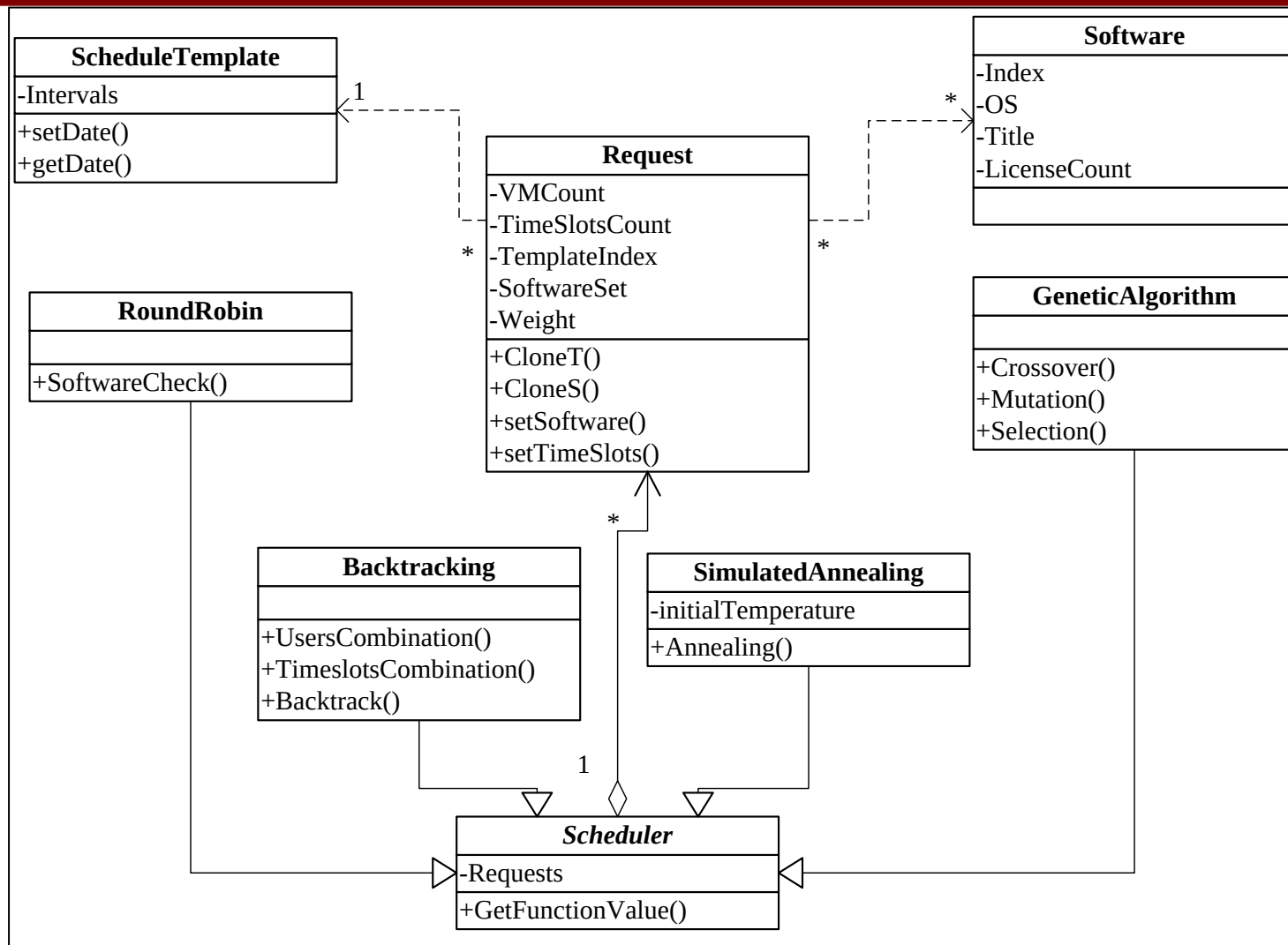


Рисунок А

UsersCount = 15

VM count: 5
 Template index: 0
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 1 2 7 8 4 5 3 0 6 9
 Software count: 4
 Software indexes: 1 2 8 4
 Timeslots indexes: 5

VM count: 5
 Template index: 0
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 6 0 3 1 8 5 9 2 4 7
 Software count: 1
 Software indexes: 6
 Timeslots indexes: 4

VM count: 13
 Template index: 0
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 1 0 7 9 2 3 5 6 8 4
 Software count: 1
 Software indexes: 7
 Timeslots indexes: 0 4

VM count: 10
 Template index: 1
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 9 6 8 5 1 7 3 0 4 2
 Software count: 4
 Software indexes: 9 5 7 3
 Timeslots indexes: 7 0 3

VM count: 8
 Template index: 0
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 5 1 4 7 2 9 0 3 8 6
 Software count: 1
 Software indexes: 5
 Timeslots indexes: 6

Рисунок Б

Экспериментальные исследования

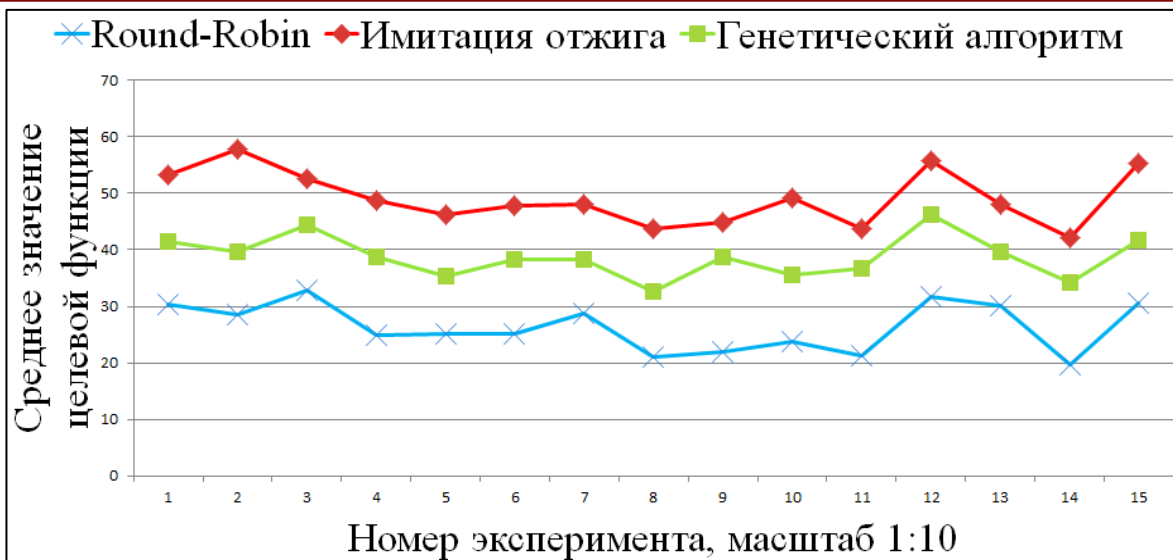


Рисунок В

Алгоритм имитации отжига размещает **89.7%** от общего числа сгенерированных заявок, работает в **1,88 раз** эффективнее метода Round-Robin.

Генетический алгоритм – **86.5%**, работает в **1,48 раз** эффективнее метода Round-Robin.

$\alpha = 0.7, \beta = 0.4, \gamma = 0.9, n = 150, \text{Requests} = [10, 40]$

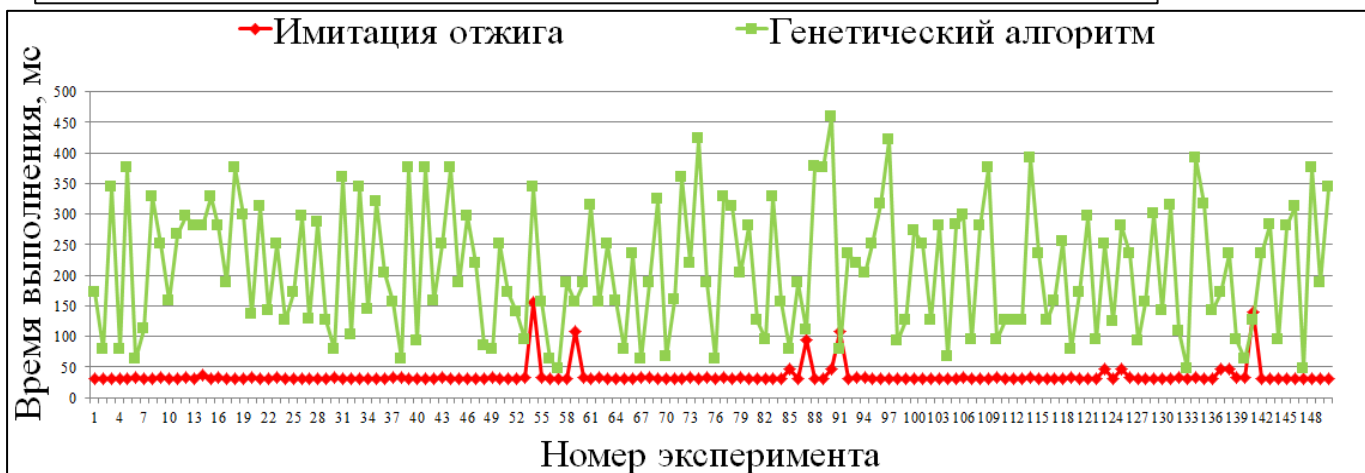


Рисунок Г

Среднее время работы: алгоритм имитации отжига – **34.91 мс**, генетический алгоритм – **210.04 мс**.

Экспериментальные исследования

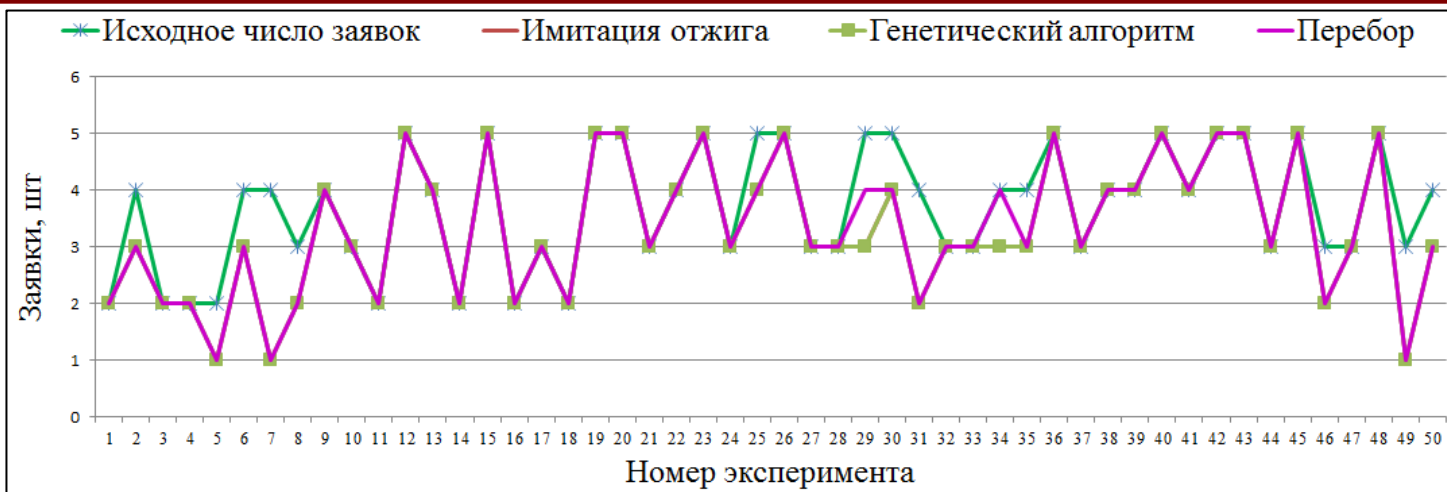


Рисунок Д

Время работы переборного алгоритма для 5 заявок пользователей – 20 мин.

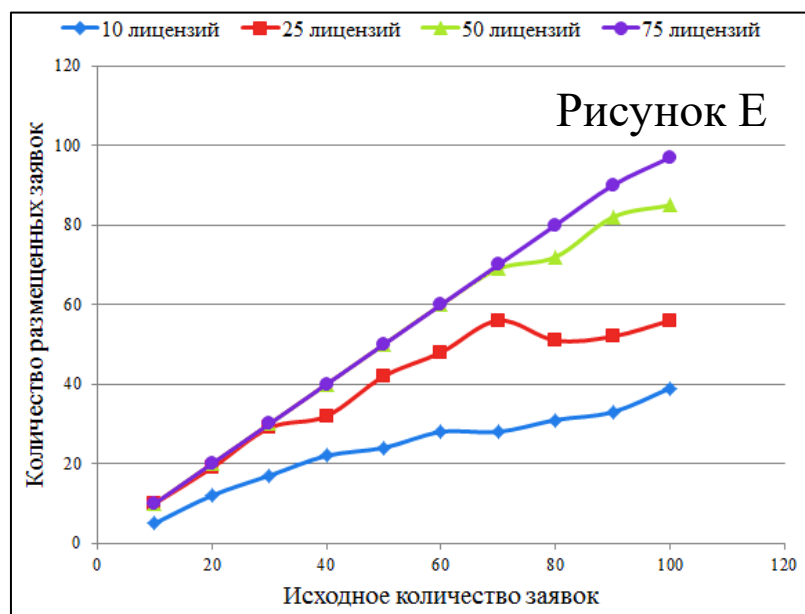


Рисунок Е

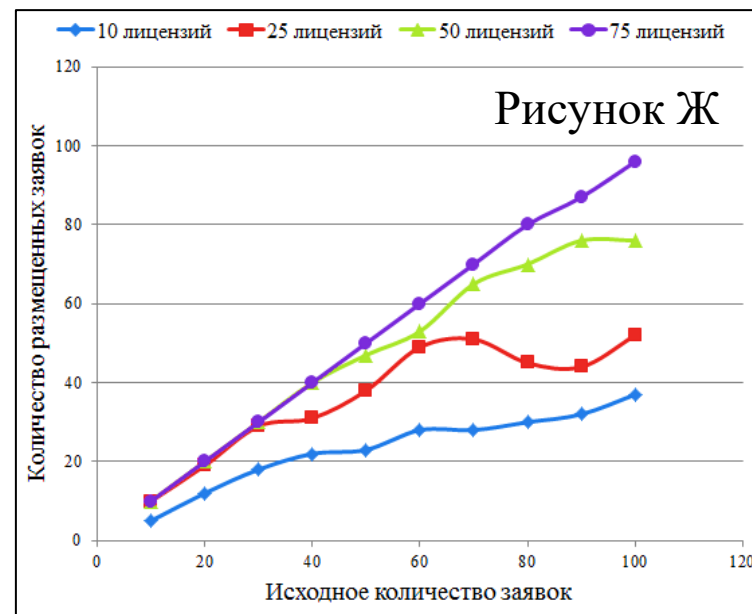
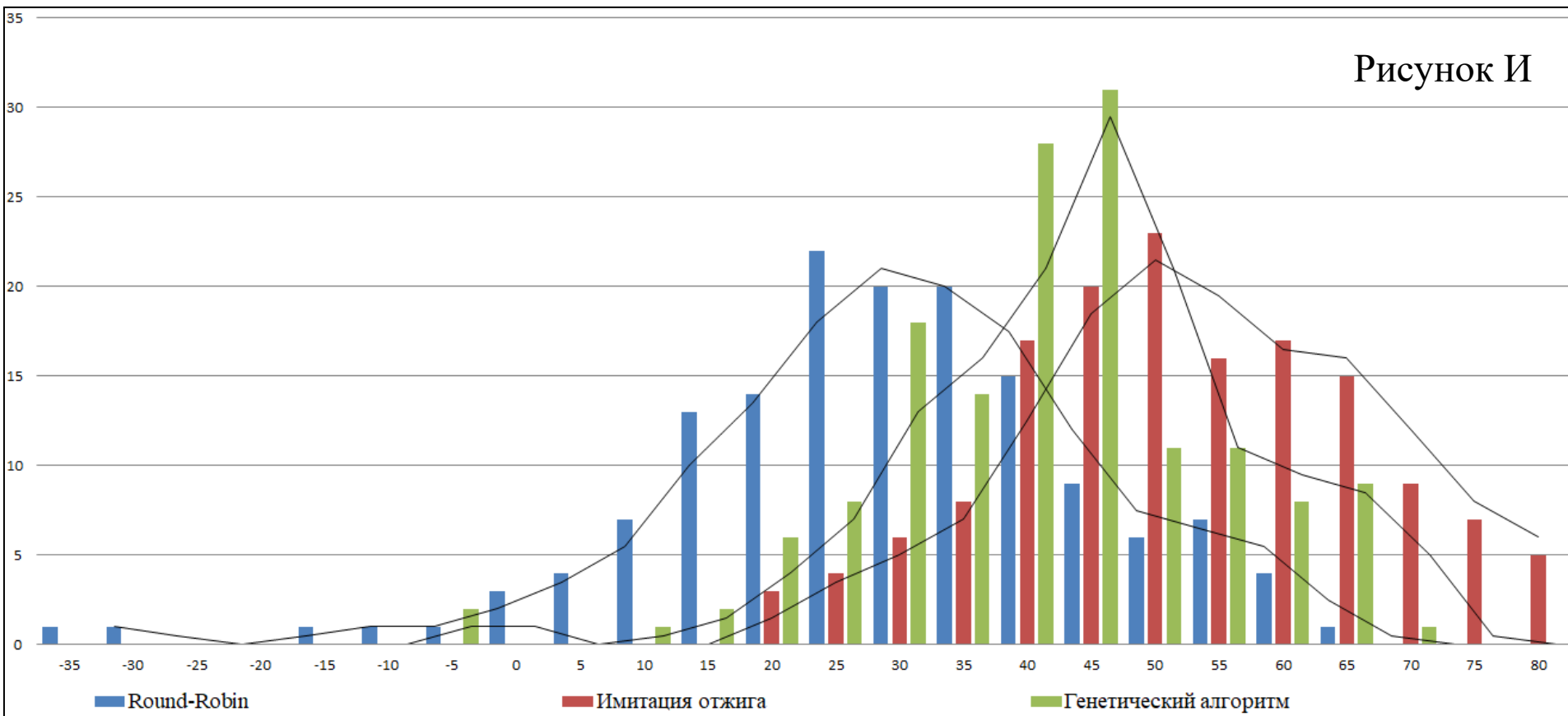


Рисунок Ж

Экспериментальные исследования

Рисунок И



Распределение значений целевой функции (1) по интервальным отрезкам.

Экспериментальные исследования

Таблица 1. Некоторые показатели статистики Пирсона

Алгоритм	$\bar{X}$	σ	$K_{\text{набл}}$
Round-Robin	26,26	16,52	124,39
Имитация отжига	49,36	13,91	6,82
Генетический алгоритм	38,73	13,26	87,33

$$\alpha_{\text{П}} = 0.05$$

$$k = 21$$

$$K_{\text{кр}} = 32.7$$

$$n = 150$$

Таблица 2. Исправленные выборки (критерий Смирнова-Граббса)

Алгоритм	$\bar{X}$	σ	$K_{\text{набл}}$
Round-Robin	27,09	15,00	8,11
Генетический алгоритм	39,35	12,20	17,96

$$\tau_1 = \frac{\bar{X} - x_{\text{мин_набл}}}{\sigma}$$

$$\tau_{\text{крит}} = 3,285$$

Таблица 3. t-критерий Стьюдента для независимых выборок

Выборка 1	Выборка 2	t_e	$t_{\text{крит}}$
RR	SA	13,28	1,96
RR	GA	7,71	
SA	GA	6,60	

$$t_e = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1}{n_1} + \frac{\sigma_2}{n_2}}}$$

Экспериментальные исследования

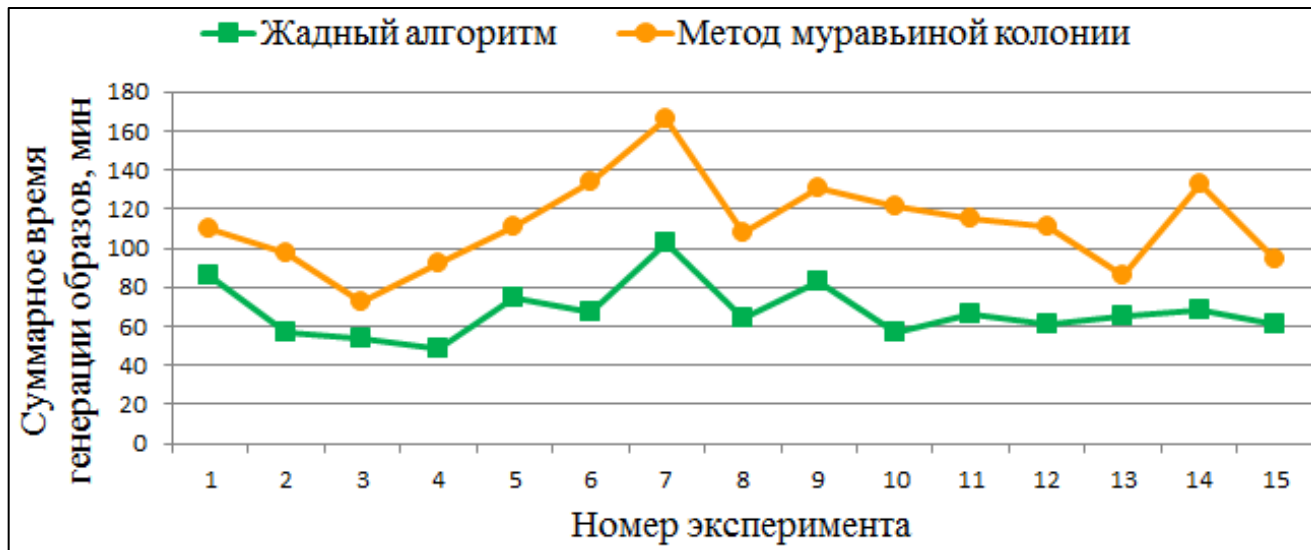


Рисунок К

Минимальное время установки для $|F_{\text{flav}}| = 10$, $|S_{\text{soft}}| = 20$.

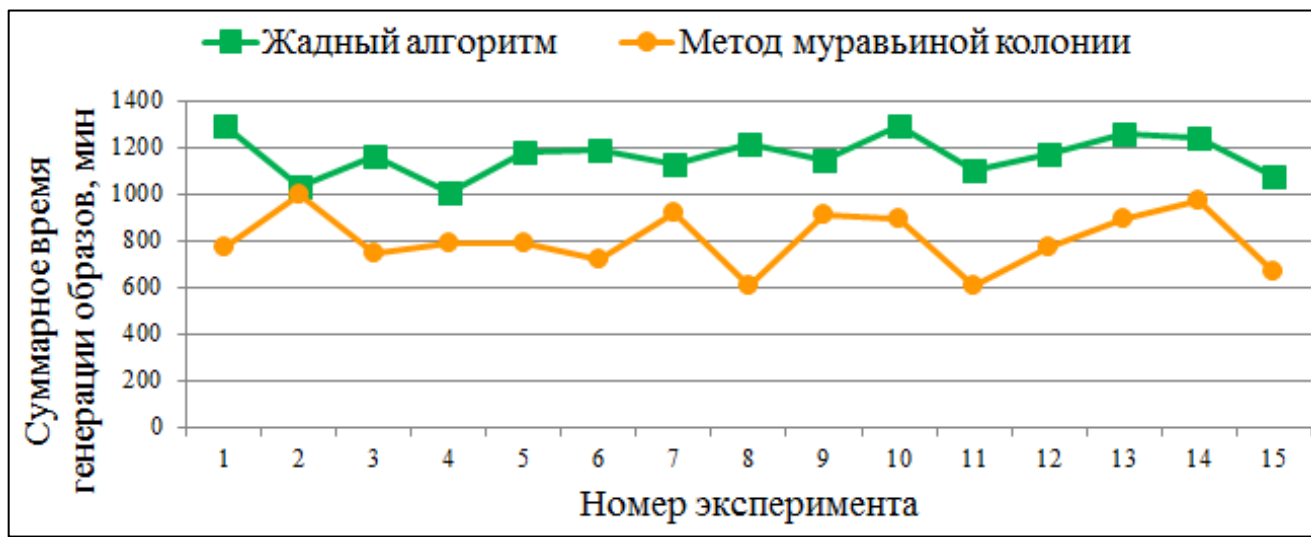


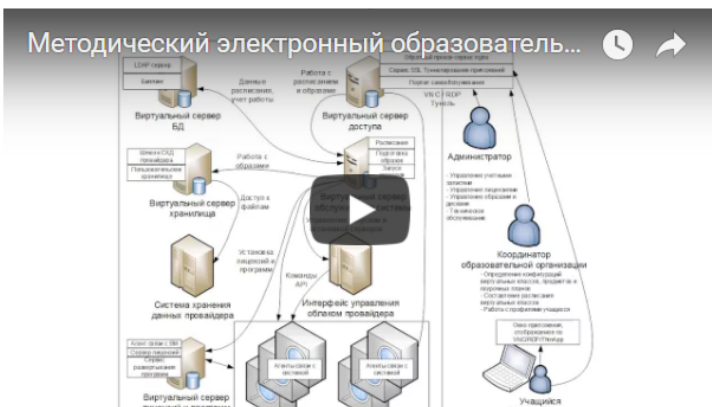
Рисунок Л

Минимальное время установки для $|F_{\text{flav}}| = 50$, $|S_{\text{soft}}| = 20$.

Информационный портал облачной системы **www.56bit.ru**



Методический электронный образовательный центр Министерства образования Оренбургской области и Оренбургского государственного университета

[Главная](#)[Учителю](#)[Ресурсный центр](#)[Контакты](#)[О проекте](#)[Войти](#)

Методический электронный образовательный центр

Методический электронный образовательный центр (МЭОЦ) – портал для учителей, предоставляющий доступ к учебно-методическим материалам, рекомендованным Министерством образования Оренбургской области.

Методические материалы, размещенные на портале, включают конспекты уроков, вопросы и задания, презентации, видеоролики и другие авторские материалы, разработанные опытными учителями и прошедшие методическую экспертизу.

Раздел портала «Ресурсный центр коллективного доступа (РКЦД)» позволяет обращаться через сеть Интернет к виртуальному рабочему столу и образовательным программным продуктам, размещенным в облачной системе.



Методический материал учителю



Ресурсный центр



ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
УНИВЕРСИТЕТСКИЙ
ОКРУГ



ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЕ
И УНИВЕРСИТЕТСКИЕ
ОЛИМПИАДЫ
ШКОЛЬНИКОВ



ЕДИНОЕ ОКНО
доступа к информационным ресурсам



РОССИЙСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ



Основные результаты, выносимые на защиту

1. Разработана математическая модель, формализующая процесс работы облачной системы коллективного доступа к виртуальным рабочим окружениям.
2. Разработаны эвристические алгоритмы составления расписания облачной системы.
3. Разработаны эвристические алгоритмы формирования виртуальных окружений размещенных заявок пользователей.
4. Проведены вычислительные эксперименты на симуляторе облачной системы, подтверждающие эффективность предложенных алгоритмов.
5. Проведена апробация облачной системы коллективного доступа к виртуальным рабочим окружениям для образовательных организаций среднего образования г. Оренбурга и Оренбургской области.

Основные публикации

Перечень публикаций по теме диссертации из списка ВАК:

1. *Коннов А.Л., Легашев Л.В., Полежаев П.Н., Ушаков Ю.А., Шухман А.Е.* Моделирование облачных научно-образовательных ресурсных центров // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2013. – №4. – С. 135-140.
2. *Легашев Л.В., Полежаев П.Н., Тарасов В.Н., Ушаков Ю.А., Шухман А.Е.* Модельное исследование эффективного планирования задач для облачных вычислительных систем // Интеллект. Инновации. Инвестиции, – 2013. – №4. – С. 140-146.
3. *Болодурина И.П., Легашев Л.В., Полежаев П.Н.* Имитационная модель облачного ресурсного центра // Интеллект. Инновации. Инвестиции, – 2016. – №2. – С. 113-116.
4. *Болодурина И.П., Легашев Л.В.* Функциональная модель симулятора облачной системы по предоставлению гибридных облачных услуг образовательным организациям // Современные наукоемкие технологии – 2017. – № 4, С. 28-32.

Основные публикации

Перечень публикаций по теме диссертации **индексированные в базе данных Scopus и Web of Science:**

1. *Konnov A., Legashev L., Polezhaev P., Shukhman A.* Concept of Cloud Educational Resource Datacenters for Remote Access to Software // Proceedings of 11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), Polytechnic of Porto (ISEP) in Porto, Portugal from 26-28 February 2014 – P. 246-247.
2. *Bolodurina I., Legashev L., Polezhaev P., Shukhman A., Ushakov Yu.* Request generation and intelligent scheduling for cloud educational resource datacenter // Proceedings of 8th Int. Conf. on Intelligent Systems – 2016. – P. 747-752.
3. *Shukhman A., Bolodurina I., Polezhaev P., Ushakov Yu., Legashev L.* Creation of regional center for shared access to educational software based on cloud technology // Selected Papers of the XI International Scientific-Practical Conference Modern Information Technologies and IT-Education SITITO-2016 – 2016. – P. 180-188.
4. *Shukhman A., Bolodurina I., Polezhaev P., Legashev L.* Cloud educational resource datacenter simulator // Procedia Computer Science – 2017 – V. 103 – P. 543-548.

Апробация работы

Выступления на международных и всероссийских конференциях по результатам диссертационной работы.

1. XI Международная научно-техническая конференция «Проблемы техники и технологий телекоммуникаций», ПТиТТ-2013, (27-29 ноября 2013 г., Самара).
2. III Всероссийский конгресс молодых ученых в Санкт-Петербургском национальном исследовательском университете информационных технологий, механики и оптики (8-11 апреля 2014 г., Санкт-Петербург).
3. XII Международный симпозиум «Интеллектуальные системы», (5-7 октября 2016 г., Москва).
4. XXXII Международная научно-техническая конференция «Проблемы автоматизации и управления в технических системах - 2017» (6-8 июня 2017 г., Пенза).

Свидетельства о регистрации программ

Перечень зарегистрированных программ по теме диссертации.

1. *Болодурина И.П., Легашев Л.В.* Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ «Модуль имитации отжига для планировщика облачного ресурсного центра AnnealingSim» № 2016610732, от 18.01.2016.
2. *Болодурина И.П., Легашев Л.В.* Свидетельство Роспатента о государственной регистрации программы для ЭВМ «Симулятор облачного ресурсного центра коллективного доступа к образовательным программным продуктам CloudSystemSim» № 2017615174, от 04.05.2017

Дополнительные сведения

Список программного обеспечения, приобретенного в рамках соглашения с Министерством образования Оренбургской области:

1. Лицензии операционной системы Windows Server 2016.
2. Лицензии пакета Microsoft Office 2016.
3. Лицензии технологии TS+ для реализации механизма DaaS.
4. RDP и CALS лицензии клиентского доступа для каждого уникального пользователя облачной системы.
5. Лицензии External Connector, позволяющие подключаться к серверу неограниченному числу внешних пользователей.

Сканы свидетельств о регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2016610732

Модуль имитации отжига для планировщика облачного
ресурсного центра AnnealingSim

Правообладатели: *Легашев Леонид Вячеславович (RU), Болодурина
Ирина Павловна (RU)*

Авторы: *Легашев Леонид Вячеславович (RU),
Болодурина Ирина Павловна (RU)*

Заявка № 2015661338
Дата поступления 20 ноября 2015 г.
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 18 января 2016 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Г.П. Излиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2017615174

Симулятор облачного ресурсного центра коллективного
доступа к образовательным программным продуктам
CloudSystemSim

Правообладатели: *Легашев Леонид Вячеславович (RU), Болодурина
Ирина Павловна (RU)*

Авторы: *Легашев Леонид Вячеславович (RU),
Болодурина Ирина Павловна (RU)*

Заявка № 2017611260
Дата поступления 06 февраля 2017 г.
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 04 мая 2017 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности



Г.П. Излиев

Основные параметры эвристических алгоритмов

Параметр	Значение параметра	
Максимальная температура	$t_{\max} = 100$	
Шаг уменьшения температуры	$t_{\text{step}} = 0,9$	Алгоритм имитации отжига
Вероятность мутации расписания	0.01	
Точка останова работы алгоритма	0.05	
Коэффициенты целевой функции F	$\alpha = 0.7, \beta = 0.4, \gamma = 0.9$	

Параметр	Значение параметра	
Размер исходной популяции	$ R_{\text{req}} $	
Размер промежуточной популяции	$2 \cdot R_{\text{req}} $	
Коэффициент скрещивания	100 %	Генетический алгоритм
Коэффициент мутации	50 %	
Коэффициент селекции	50 %	
Число эпох	20	
Коэффициенты целевой функции F	$\alpha = 0.7, \beta = 0.4, \gamma = 0.9$	

Основные параметры эвристических алгоритмов

Параметр	Значение параметра
Число муравьев	1000
Вес фермента	$\alpha' = 1$
Коэффициент эвристики	$\beta' = 5$
Константа Q	1
Коэффициент испарения	$\rho = 0.6$
Изначальное количество феромона	0.02
Константное пороговое значение	Threshold = 0.1
Время установки программ	$S_{\text{install}} = [3, 15]$
Время удаления программ	$S_{\text{delete}} = [1, 5]$

Алгоритмы
формирования
дисковых образов
виртуальных
машин