

УДК 336.63

***АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЕ ОПТИМИЗИРОВАННОГО  
ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ***

***Хромова А. В.***

*Магистрант 1-го курса*

*Самарский государственный национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва,*

*Самара, Россия*

***Птицын С. Д.***

*Магистрант 1-го курса*

*Самарский государственный национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва,*

*Самара, Россия*

**Аннотация**

Статья посвящена решению проблемы оптимизации портфелей ценных бумаг, столь актуальной в наше время. На настоящий момент операция по формированию портфеля ценных бумаг является достаточно объёмной и время затратной, в связи с чем, была поставлена цель оптимизировать подобную задачу. В связи с этим, разработано программное обеспечение, способное создавать оптимальные портфели ценных бумаг с заданным уровнем риска. Практическая значимость работы заключается в создании ПО, позволяющего за короткий срок составить портфель ценных бумаг с заданными параметрами, такими как уровень риска. Проведено моделирование трех портфелей ценных бумаг, в соответствии с отношением инвестора к риску: консервативного, умеренного и агрессивного, что доказывает работоспособность программного обеспечения.

**Ключевые слова:** портфель ценных бумаг, ПИФ, инвестиционный портфель, оптимизация, информационная система, паевой инвестиционный фонд.

***AUTOMATION OF THE PROCESS OF OPTIMIZING A PORTFOLIO OF SECURITIES***

***Khromova A. V.***

*1st year undergraduate*

*Samara State National Research University named after S.P. Korolev,  
Samara, Russia*

***Ptitsyn S. D.***

*1st year undergraduate*

*Samara State National Research University named after S.P. Korolev,  
Samara, Russia*

**Abstract**

The article is dedicated to solving the problem of optimizing securities portfolios, which is so relevant in our time. At the moment, the operation to create a portfolio of securities is quite voluminous and time-consuming, in connection with which, the goal was to optimize a similar task. In this regard, software has been developed that is able to create optimal portfolios of securities with a given level of risk. The practical significance of the work is to create software that allows you to quickly compile a portfolio of securities with specified parameters, such as risk level. Three securities portfolios were modeled in accordance with the investor's attitude to risk: conservative, moderate and aggressive, which proves the software is working.

**Keywords:** securities portfolio, mutual funds, investment portfolio, optimization, information system, mutual investment fund.

**Введение.** В настоящее время для повышения прибыльности и рентабельности операций над ценными бумагами участники фондового рынка создают портфели ценных бумаг, тем самым уменьшая риск текущих операций и достижения максимальной эффективности от собственных вложений.

Значительной популярностью у инвесторов пользуются паевые инвестиционные фонды, выполняющую функцию коллективного инвестирования средств в инструменты фондового рынка. Управляющая компания вместе с командой профессиональных инвесторов оценивают риски и доходности инвестиционных портфелей. На данный момент прослеживается потребность в технологиях формирования оптимального портфеля ценных бумаг [6]. Данная статья посвящена разработке программного обеспечения, способного упростить процесс формирования оптимальных инвестиционных портфелей, а также формирования оптимальных консервативных, умеренных и агрессивных инвестиционных портфелей.

**Методы.** На основе анализа научных статей, посвященных вопросу оптимизации инвестиционного портфеля, предыдущих работ и открытых источников информации рынка ценных бумаг создано программное обеспечение позволяющие оптимизировать процесс формирования оптимального портфеля ценных бумаг [7]. С помощью ПО сформированы три вида портфелей: консервативный, умеренный и агрессивный.

**Основная часть.** Для формирования оптимального портфеля инвестиций можно воспользоваться программным обеспечением «Khrom-инвестиции». Все оптимизационные расчёты выполнены в среде Microsoft Excel. Информационная система «Khrom-инвестиции» работает согласно следующим особенностям: пользователь выбирает, в какой портфеля он собирается инвестировать согласно уровням доходности и риска (консервативный, умеренный или агрессивный), далее переходит в окно соответствующего портфеля. После задания пользователем соответствующих портфелям ограничений MS Excel производит

необходимые оптимизационные расчёты. Полученные доли компаний в процентном соотношении выводятся на диаграмму. Рисунок 1 представляет собой блок-схему алгоритма информационной системы [1].

Рисунок 2 демонстрирует файл Microsoft Excel оптимизации консервативного портфеля.

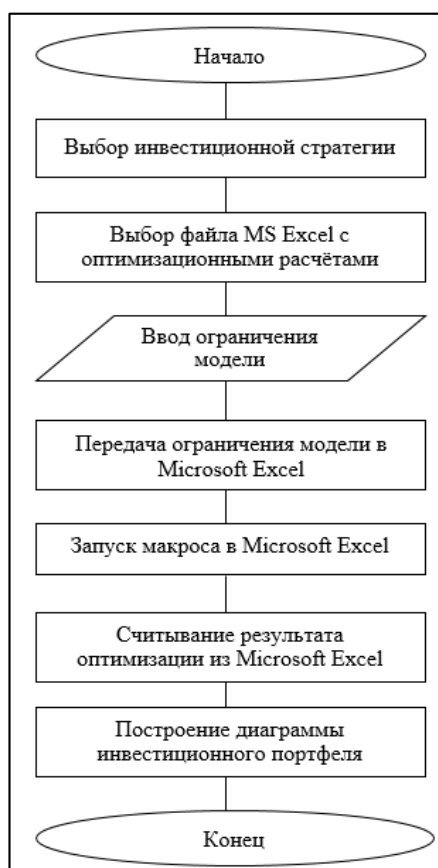


Рисунок 1 - Алгоритм программы «Khrom-инвестиции»

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2			Ожидаемая Д	Доля	Риск	Доля^2	Риск^2	Произведение	
3		Apple	14,80	0,17	2,40	0,03	5,76	0,16	
4		Tesla Motors	43,50	0,12	3,60	0,01	12,96	0,17	
5		Яндекс	5,30	0,29	1,30	0,08	1,69	0,14	
6		Новатэк	12,93	0,17	2,18	0,03	4,75	0,13	
7		BMW	34,50	0,26	2,60	0,07	6,76	0,46	
8		Северсталь	7,70	0,00	1,60	0,00	2,56	0,00	
9				1,00					
10							Сумма	1,07	
11		Корреляция							
12									
13			Apple	esla Moto	Яндекс	Новатэк	BMW	Северсталь	
14		Apple	1,00	-0,21	-0,11	0,51	-0,49	0,78	
15		Tesla Motors	-0,21	1,00	-0,14	0,00	0,07	-0,31	
16		Яндекс	-0,11	-0,14	1,00	-0,51	-0,37	-0,19	
17		Новатэк	0,51	0,00	-0,51	1,00	-0,13	0,60	
18		BMW	-0,49	0,07	-0,37	-0,13	1,00	-0,18	
19		Северсталь	0,78	-0,31	-0,19	0,60	-0,18	1,00	
20									
21		Доходность		Минимальное значение	Риск				
22		20,18		15	2,36				
23									
24		Транспонированная матрица							
25		Apple	Tesla Motors	Яндекс	Новатэк	BMW	Северсталь		
26			0,17	0,12	0,29	0,17	0,26	0,00	
27									
28			2,40	3,60	1,30	2,18	2,60	1,60	
29									

Рисунок 2 - Файл MS Excel оптимизации консервативного портфеля

Минимальное значение доходности, задаваемое пользователем, соответствует ячейке D22. Рассчитываемое доли акций компаний – C3:C8, их сумма – D9. Доходность портфеля характеризует ячейка B22, а рассчитываемый минимальный риск портфеля – F22.

Рисунок 3 отображает окно надстройки «Поиск решений» MS Excel.

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:  ↑

До:  Максимум  Минимум  Значения:

Изменяя ячейки переменных:  ↑

В соответствии с ограничениями:

\$D\$3:\$D\$8 <= 0,4  
 \$B\$22 >= \$D\$22  
 \$D\$9 = 1

Рисунок 3 - Окно надстройки "Поиск решений" консервативного портфеля

В надстройке «Поиск решений» целевая ячейка – риск портфеля оптимизируется до минимума. Задаются изменяемые ячейки – доли акций компаний в структуре портфеля. Сумма долей акций компании равна 1. Доля

акций одной компании не может превысить 40% [3]. Доходность портфеля больше или равна минимальному уровню доходности, заданным пользователем.

Расчёты в умеренном и агрессивных портфелях производятся аналогично, однако в данных портфелях пользователь вводит ограничение по максимальному уровню риска. Риск портфеля должен быть больше или равен максимальному уровню риска, заданным пользователем. Целевая ячейка (доходность) максимизируется [4].

Рисунок 4 отображает главное меню инвестиционного приложения.

**Результаты и обсуждения.** Пользователю предлагается выбрать инвестиционную стратегию после запуска программы (консервативную, умеренную или агрессивную). Внизу формы присутствует кнопка выхода из приложения. В каждом портфеле пользователь может увидеть, из акций каких компаний состоит портфель, а также, при нажатии на кнопку «Перейти в MS Excel» пользователь может перейти в Excel для просмотра котировок акций компаний и прогноза на январь-июнь 2019 года. Находясь в определённом портфеле, при желании пользователь может вернуться в главное меню, чтобы выйти из приложения или перейти в другой портфель. Далее пользователь вводит максимальный уровень риска и нажимает на кнопку «Расчитать». На экране отображается диаграмма с оптимальной структурой инвестиционного портфеля.

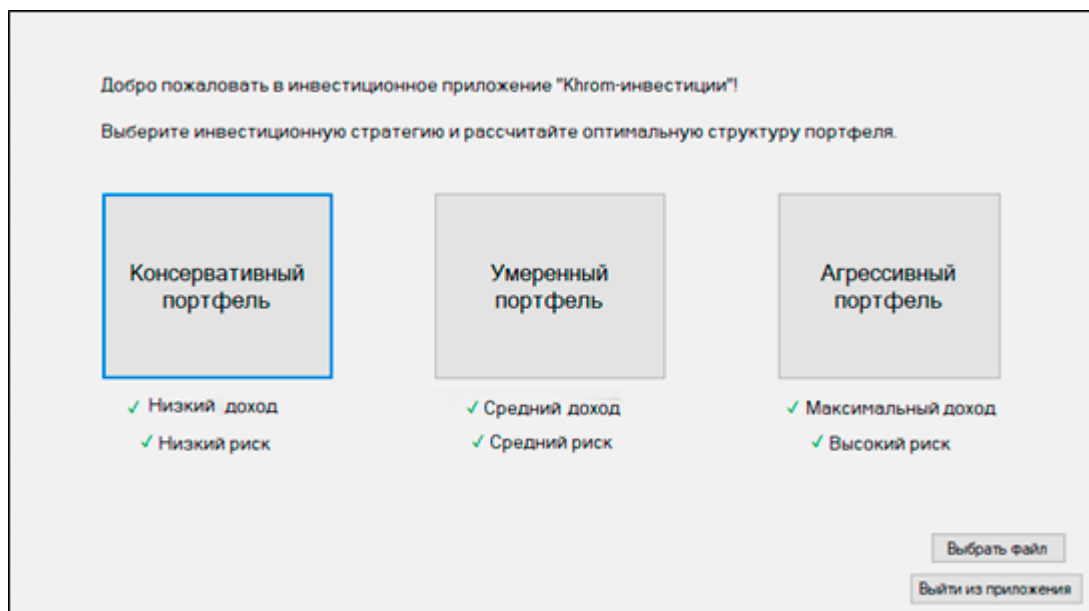


Рисунок 4 - Главное меню инвестиционного приложения

Рисунки 5-7 показывают формы консервативного, умеренного и агрессивного портфелей.

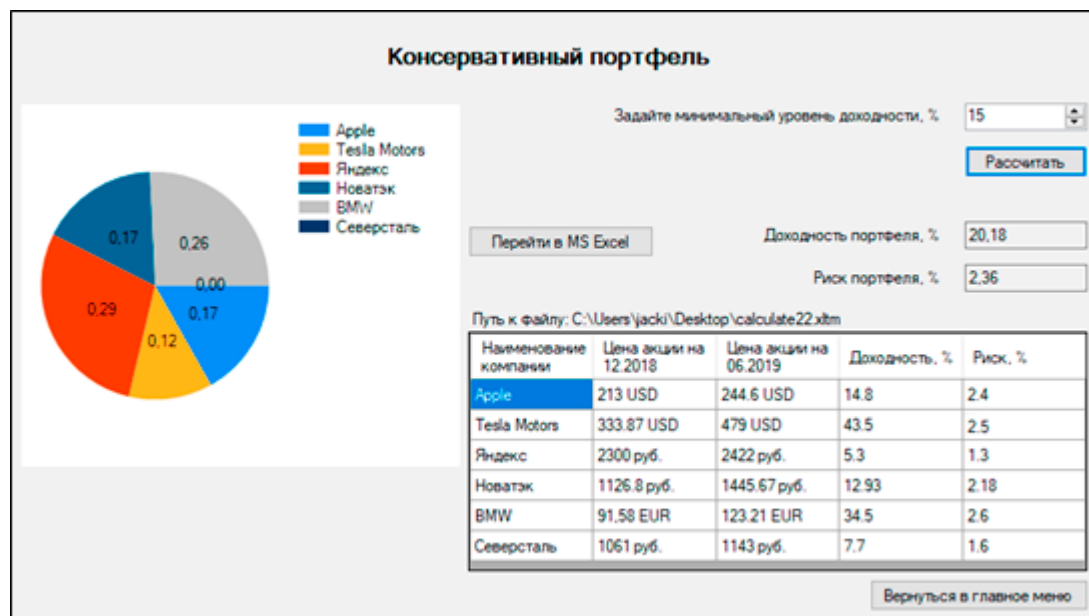


Рисунок 5 - Форма консервативного портфеля

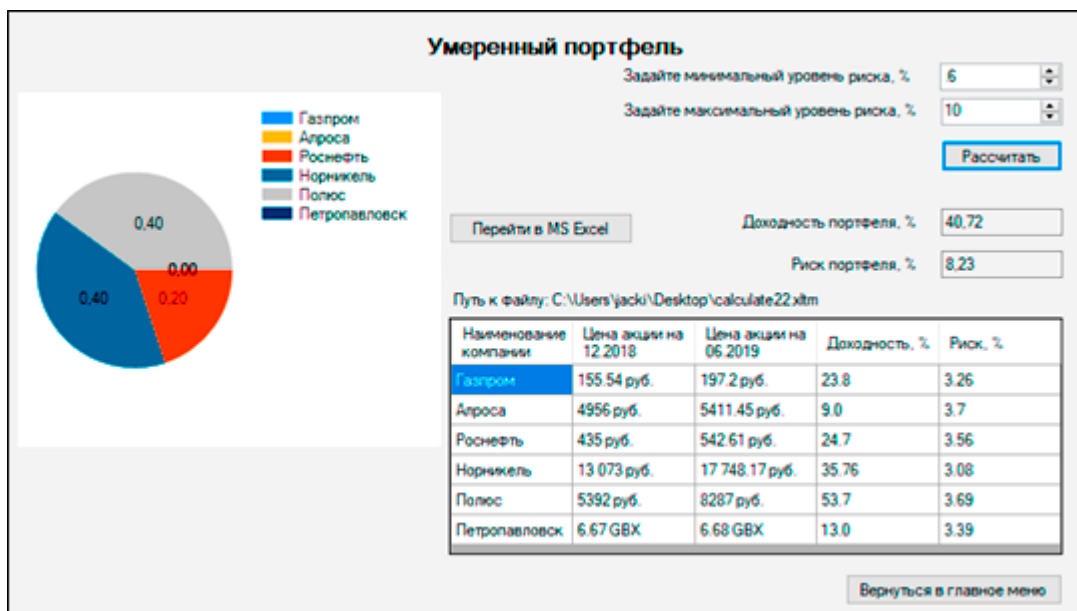


Рисунок 6 - Форма умеренного инвестиционного портфеля

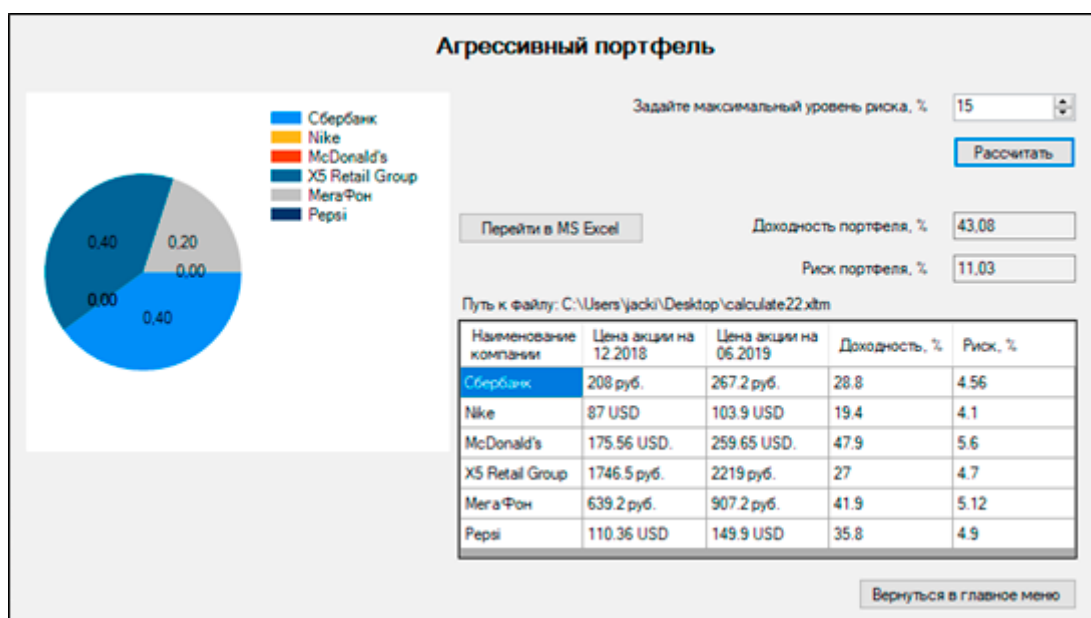


Рисунок 7 - Форма агрессивного инвестиционного портфеля

Программа занимает на диске 42 КБ и реализована на языке С# [8].

Консервативный инвестиционный портфель состоит из акций, характеризующихся пониженной доходностью и минимальным уровнем риска. Консервативный портфель наименее рискованный по сравнению с другими видами портфелей [5]. В параметрах надстройки Microsoft Excel «Поиск решения», задав целевую функцию уравнение доходности с направлением оптимальности на



максимум, при ограничениях системы, получим следующее решение – доли акций компаний в совокупном портфеле:

$$w_1 = 16,72, w_2 = 11,6, w_3 = 29,04, w_4 = 16,64, w_5 = 26, w_6 = 0,$$

где  $w_1$  – доля акций компании Apple,  $w_2$  – доля акций компании Tesla Motors,  $w_3$  – доля акций компании Яндекс,  $w_4$  – доля акций компании Новатэк,  $w_5$  – доля акций компании BMW,  $w_6$  – доля акций компании Северсталь.

Рисунок 8 показывает структуру оптимизированного портфеля.

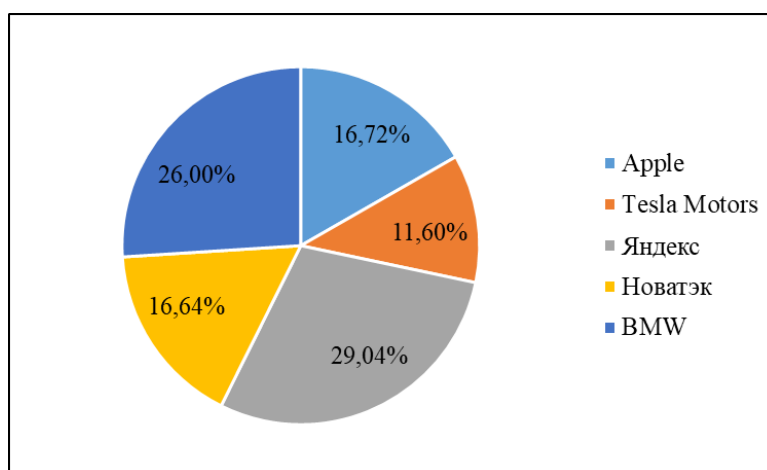


Рисунок 8 - Структура оптимизированного консервативного портфеля

Таким образом, в состав консервативного инвестиционного портфеля войдут акции таких компаний, как Apple, Tesla Motors, Яндекс, Новатэк и BMW с долями 16,72%, 11,6%, 29,04%, 16,64%, 26% соответственно. Риск портфеля будет равен 2,36%, а доходность 20,18%.

Сравним структуру сформированного портфеля со структурой ПИФа «Альфа-Капитал Технологии». Рисунок 9 отражает структуру ПИФа.

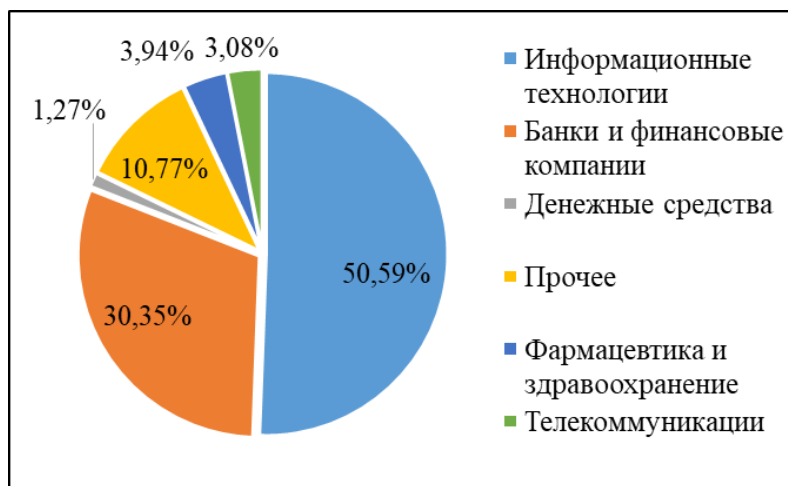


Рисунок 9 - Структура ПИФа "Альфа-Капитал Технологии"

Можем заметить, что большую часть структуры ПИФа «Альфа-Капитал Технологии», как и оптимизированного консервативного портфеля, составляют акции компаний, реализующих свою деятельность в сфере информационных технологий.

Умеренный инвестиционный портфель состоит из акций, характеризующихся умеренной доходностью и средним уровнем риска. Умеренный портфель наименее рискованный по сравнению с агрессивным и наиболее доходным, чем консервативный. В параметрах надстройки Microsoft Excel «Поиск решения», задав целевую функцию уравнение доходности с направлением оптимальности на максимум, при ограничениях системы, получим следующее решение – доли акций компаний в совокупном портфеле:

$$w_7 = 0, w_8 = 0, w_9 = 0,20, w_{10} = 0,40, w_{11} = 0,40, w_{12} = 0,$$

где  $w_7$  – доля акций компании Газпром,  $w_8$  – доля акций компании Алроса,  $w_9$  – доля акций компании Роснефть,  $w_{10}$  – доля акций компании Норникель,  $w_{11}$  – доля акций компании Полюс,  $w_{12}$  – доля акций компании Петропавловск.

Рисунок 10 показывает структуру оптимизированного умеренного портфеля.

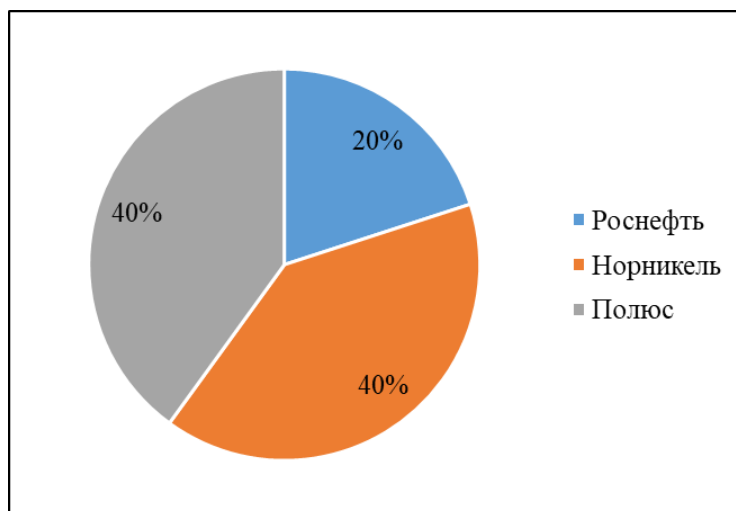


Рисунок 10 - Структура оптимизированного умеренного портфеля

Таким образом, в состав консервативного инвестиционного портфеля войдут акции таких компаний, как Роснефть, Норникель и Полюс с долями 20%, 40% и 40% соответственно. Риск портфеля будет равен 8,23%, а доходность 40,72%.

Сравним структуру сформированного портфеля со структурой ПИФа «Альфа-Капитал Ресурсы».

Рисунок 11 отражает структуру ПИФа «Альфа-Капитал Ресурсы».

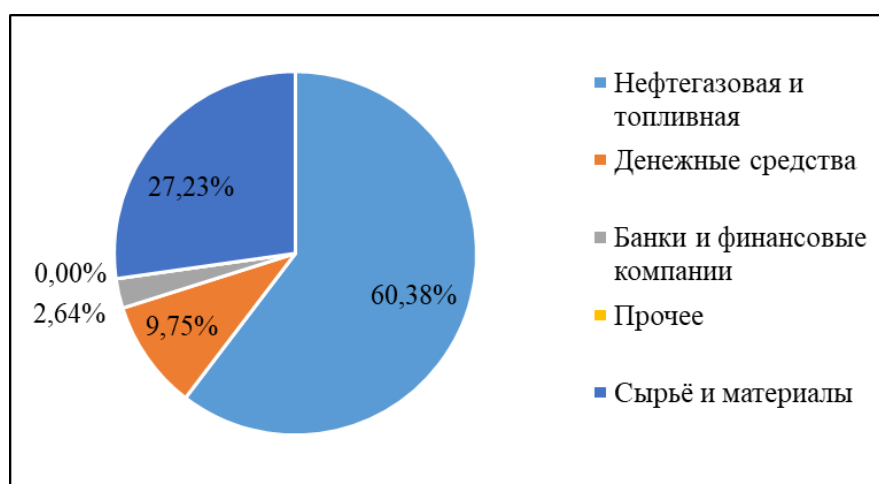


Рисунок 11 - Структура ПИФа "Альфа-Капитал Ресурсы"

Можем заметить, что большую часть структуры ПИФа «Альфа-Капитал Ресурсы», как и оптимизированного умеренного портфеля, составляют акции

компаний, реализующих свою деятельность в сфере нефтегазовой и топливной промышленности и добычи сырья.

Целью агрессивного инвестиционного портфеля служит максимальный прирост доходности. Агрессивный инвестиционный портфель состоит из акций, характеризующихся повышенной доходностью и высоким уровнем риска. Агрессивный портфель наиболее рискованный по сравнению с консервативным и умеренным портфелями. В параметрах надстройки Microsoft Excel «Поиск решения», задав целевую функцию уравнение доходности с направлением оптимальности на максимум, при ограничениях системы, получим следующее решение – доли акций компаний в совокупном портфеле:

$$w_{13} = 0,4, w_{14} = 0, w_{15} = 0, w_{16} = 0,4, w_{17} = 0,2, w_{18} = 0,$$

где  $w_{13}$  – доля акций компании Сбербанк,  $w_{14}$  – доля акций компании Nike,  $w_{15}$  – доля акций компании McDonald's,  $w_{16}$  – доля акций компании X5 Retail Group,  $w_{17}$  – доля акций компании МегаФон,  $w_{18}$  – доля акций компании Pepsi.

Рисунок 12 показывает структуру оптимизированного умеренного портфеля.

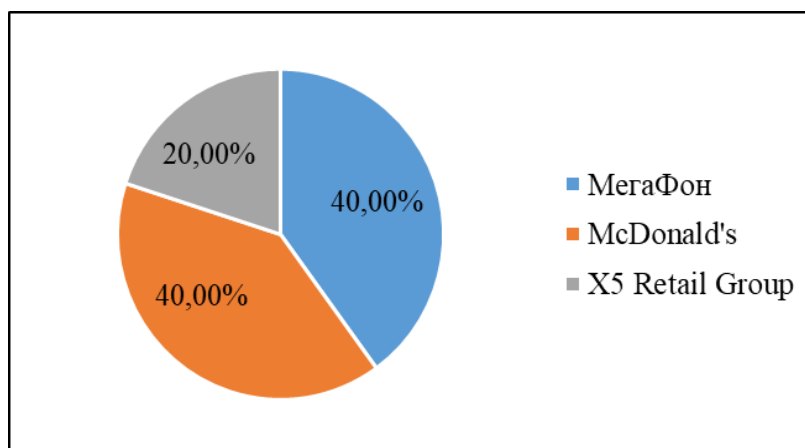


Рисунок 12 - Структура оптимизированного агрессивного портфеля

Таким образом, в состав консервативного инвестиционного портфеля войдут акции таких компаний, как МегаФон, McDonald's и X5 Retail Group с долями 40%, 40% и 20% соответственно. Риск портфеля будет равен 11,03%, а доходность 43,08%.

Сравним структуру сформированного портфеля со структурой ПИФа «Альфа-Капитал». Рисунок 13 отражает структуру ПИФа «Альфа-Капитал».

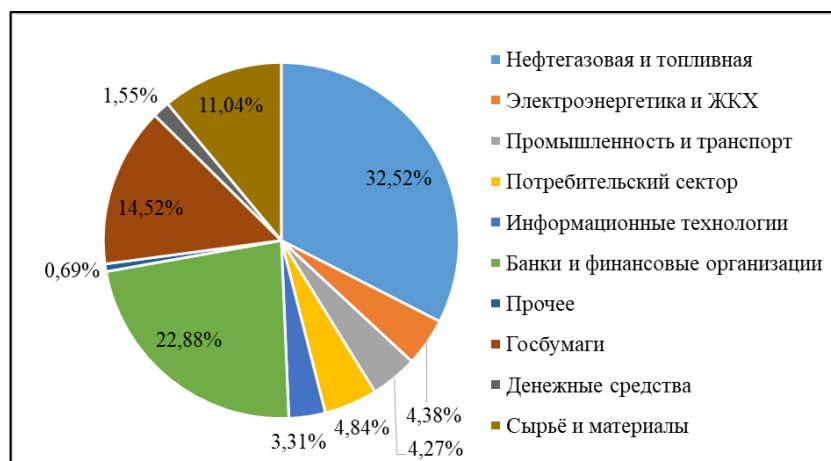


Рисунок 13 - Структура ПИФа "Альфа-Капитал"

Можем заметить, что часть структуры ПИФа «Альфа-Капитал», как и оптимизированного агрессивного портфеля, составляют акции компаний, реализующих свою деятельность в сфере банковского и потребительского секторов. Для сравнения оптимизированных портфелей и ПИФов АО «Альфа-Банк» следует рассчитать коэффициенты вариации портфелей и ПИФов по следующей формуле [2]:

$$CV = \frac{\sigma}{R},$$

где R – доходность инвестиционного портфеля,  $\sigma$  – риск инвестиционного портфеля.

Сравним показатели ПИФов АО «Альфа-Банк» и показатели сформированных оптимизированных портфелей. Таблица 1 демонстрирует сравнение показателей ПИФов и оптимизированных портфелей.

Таблица 1 - Сравнение показателей ПИФов и оптимизированных портфелей

Сравнение	Доходность, %	Риск, %	Коэффициент вариации
ПИФ "Альфа-Капитал Технологии"	29,90	7,67	0,26
Консервативный портфель	20,18	2,36	0,12
ПИФ "Альфа-Капитал Ресурсы"	38,18	9,16	0,24
Умеренный портфель	40,72	8,23	0,20

ПИФ "Альфа-Капитал"	41,45	13,32	0,32
Агрессивный портфель	43,08	11,03	0,26

**Заключение.** Таким образом, такие показатели сформированных портфелей, как доходности и риск лучше, чем у ПИФов АО «Альфа-Банк». Анализ получившихся коэффициентов вариации подтверждает это суждение. Сложившаяся ситуация показывает, что оптимизированные инвестиционные портфели пригодны к использованию.

Рассчитанные коэффициенты вариации риска и доходности показали, что сформированные портфеля получились наиболее оптимальными, чем существующие ПИФы. Следовательно, применение разработанного программного обеспечения способствует максимизации ожидаемой доходности инвестиций при приемлемом уровне риска.

#### **Библиографический список:**

1 Блок схема [Электронный ресурс] // Построение и основные виды. ГОСТ, 2019 – Режим доступа URL: <https://pro-prof.com/archives/1462> (дата обращения 21.04.2019).

2 Гераськин М. И., Кузнецова О. А. Инвестиционный менеджмент: модели и методы: Учеб. пособие.// Самар. гос. аэрокосм. ун-т, Самара. – 2007. – с. 74.

3 Гржибовский, А. М. Корреляционный анализ [Текст] / А.М.Гржибовский // Экология человека, 2009 – №9, С. 112-120.

4 Мосунова Т.Г., Е.И. Царегородцев Вероятностный метод формирования портфеля ценных бумаг // Современные наукоемкие технологии. – 2008.– №1 – С. 46-48.

5 Регрессионный анализ [Электронный ресурс] // ArcGIS, 2019 – Режим доступа URL: <https://doc.arcgis.com/ru/insights/enterprise/regression-analysis.htm> (дата обращения 18.02.2019).

6 Хромова, А. В. Анализ тенденций управления паевым инвестиционным фондом / А. В. Хромова, С. Д. Птицын // Вектор экономики. 2019. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.vectoreconomy.ru/images/pu>  
Вектор экономики | [www.vectoreconomy.ru](http://www.vectoreconomy.ru) | СМИ ЭЛ № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

[blications/2019/10/mathematicalmethods/Khromova\\_Ptitsyn.pdf](#) (дата обращения: 01.11.2019).

7 Хромова, А. В. Разработка модели оптимизации портфеля инвестиций [Текст] / А. В. Хромова, С. Д. Птицын // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2019. – №10. – С. 173-193.

8 C# programming [Электронный ресурс] // Программирование на языке C#, 2019 – Режим доступа URL: [muscsharp.ru/](http://muscsharp.ru/) (дата обращения 10.05.2019).

*Оригинальность 99%*