

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий

(наименование института полностью)

Кафедра «Прикладная математика и информатика»

(наименование кафедры)

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология программирования

(направленность (профиль)/специализация)

## БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему «Математические модели для прогнозирования банкротства предприятия»

Студент

Н.С. Селиваткин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Э.В. Егорова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

О.А. Парфенова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент, А.В. Очеповский

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Тольятти 2018

## АННОТАЦИЯ

Тема бакалаврской работы – «Математические модели для прогнозирования банкротства на предприятии».

Цель выпускной квалификационной работы: минимизировать риск появления кризиса на предприятии посредством реализации математической модели прогнозирования банкротства.

Объект исследования: процесс оценки риска банкротства предприятия.

Предмет исследования: разработка математических моделей прогнозирования банкротства на предприятии.

В настоящее время на многих предприятиях существует необходимость проведения оценки риска банкротства, посредством, которого будет охарактеризована текущая ситуация и пути преодоления возможного кризисного состояния.

В процессе исследования проводился теоретический анализ, обзор аналогов, проектирование и разработка информационной системы.

В результате работы спроектирована система для оценки риска банкротства предприятия, реализующая следующие функции: расчет значений основных финансовых показателей, оценка риска банкротства на основе модели, анализ результатов оценки.

В первой главе рассматривается различная тематическая литература, анализируются математические модели, предназначенные для оценки риска банкротства, выбирается язык программирования.

Во второй главе реализуются выбранные математические модели.

В третьей главе реализованная математическая модель тестируется и применяется на предприятии.

Бакалаврская работа выполнена на 40 страницах, состоит из введения, трех глав, включающих 19 рисунков, 11 таблиц, 8 формул, заключения, списка используемых источников, включающего 24 наименований, из них 5 на иностранном языке, и 5 приложений.

## **ABSTRACT**

The title of the graduation work is «Mathematical models for forecasting bankruptcy in an enterprise».

The purpose of the work design and development of an information system for assessing the risk of bankruptcy of an enterprise.

Object of research: process of assessing the risk of bankruptcy of an enterprise.

The subject of the research: mathematical models of Russian and foreign authors as well as an enterprise.

Currently, in many enterprises there is a need to assess the risk of bankruptcy, by means of which the current situation and ways of overcoming a possible crisis will be described.

In the course of the study, the theoretical analysis, review of analogs, design and development of the information system were carried out.

As a result of the work, an information system for assessing the risk of bankruptcy is designed, which implements the following functions: calculation of the values of the main financial indicators, assessment of the risk of bankruptcy on the basis of the model, analysis of the evaluation results.

In the first Chapter various thematic literature is considered, the mathematical models intended for the assessment of bankruptcy risk are analyzed.

The second Chapter implements the selected mathematical model.

In the third Chapter the implemented mathematical model is tested and applied at the enterprise.

Graduation work is done on 40 pages, consists of an introduction, three chapters, including 19 pictures, 11 tables, 8 formulas, conclusions, a list of sources used, including 24 names, 5 of which in a foreign language, and 5 annexes.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ .....	7
1.1 Прогнозирование при помощи математических моделей.....	7
1.2 Программное средство для реализации моделей прогнозирования банкротства.....	17
1.3 Постановка требований к программному обеспечению .....	19
2 РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	22
2.1 Реализация модифицированной математической модели прогнозирования банкротства, предложенной Альтманом .....	22
2.2 Реализация математической модели прогнозирования банкротства, предложенной Зайцевой.....	24
2.3 Реализация математической модели прогнозирования банкротства, предложенной Спрингейтом .....	26
2.4 Реализация интерфейса программного обеспечения .....	27
3 ТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ..	30
3.1 Соответствие поставленных требований к реализованным моделям .....	30
3.2 Тестирование реализованных моделей прогнозирования банкротства предприятия.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ А Программный код реализации модели прогнозирования банкротства Альтмана.....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Программный код реализации модели прогнозирования банкротства Зайцевой.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ В Программный код реализации модели прогнозирования банкротства Спрингейта.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Реализация интерфейса программы .....	49
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Реализация предложений по путям выхода из банкротства.	50

## **ВВЕДЕНИЕ**

Оценка финансовой устойчивости предприятия на данный момент является далеко не новой задачей, которую многократно пытались решать как российские, так и зарубежные ученые. Тем не менее, данная проблематика не теряет своей важности и по сегодняшний день. Для этого есть ряд оснований: постоянно изменяются экономические условия, действие мирового финансового кризиса и падение экономического роста, что в свою очередь вызывает значительное увеличение количества арбитражных дел о корпоративных банкротствах.

Данная тенденция стала наблюдаться еще в предыдущих годах, а в настоящие дни только увеличивается. Всего Арбитражных Судах Самарской области в 2016 году было открыто производство по 49500 делам. В 2017 году было открыто производство по 54200 делам, что составляет 10% от уровня 2016 года.

Так, к примеру, Арбитражный суд Самарской области за пять месяцев 2018 года зафиксировал значительный рост количества исков о банкротстве компаний. В первые пять месяцев 2018 года в суд поступило 19400 заявлений о признании должников банкротами, данный факт свидетельствует о том, что в Самарской области имеются ряды предприятий, которые являются финансово неустойчивыми на рынке.

Для того чтобы на предприятиях не наступало банкротство необходимо постоянно производить динамический анализ потенциальной несостоятельности, в чем и заключается актуальность темы данной выпускной квалификационной работы.

Имеет место быть высокая потребность в разработке системы, которая будет проверять финансовую устойчивость предприятий и в то же время позволять своевременно прогнозировать кризисные ситуации на предприятиях.

Объектом исследования является процесс прогнозирования банкротства предприятия.

Предметом исследования является разработка математических моделей прогнозирования банкротства на предприятии.

Цель выпускной квалификационной работы: минимизировать риск появления кризиса на предприятии посредством реализации математической модели прогнозирования банкротства предприятия.

Исходя из цели выпускной квалификационной работы, сформулированы задачи:

1. Провести обзор современного состояния исследуемого вопроса.
2. Реализовать математические модели прогнозирования банкротства.
3. Реализовать пользовательский интерфейс для выбранных моделей прогнозирования банкротства.
3. Провести тестирование каждой модели.
4. Выбрать наиболее подходящую модель прогнозирования банкротства.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав и заключения.

В введении раскрывается проблема и актуальность темы, дается современная оценка состояния исследуемого вопроса. Сформулированы предмет и объект исследования, поставлена цель и задачи.

В первой главе рассматриваются математические модели прогнозирования. Выбирается язык программирования для реализации моделей и проводится постановка требований к разрабатываемому продукту. Во второй главе реализуются три математические модели прогнозирования: модифицированная модель Альтмана, Зайцевой, Спрингейта. Разрабатывается удобный интерфейс. В третьей главе проводится тестирование полученных моделей. Сопоставляются сформулированные требования и реализованные модели. Анализируются результаты работы моделей, и выбирается наиболее подходящая модель для работы с предприятием.

В заключении излагаются полученные итоги по проделанной работе, их соотношения с целью и задачами. Ставится обобщенная, итоговая оценка проделанной работе.

# 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

## 1.1 Прогнозирование при помощи математических моделей

Прежде чем выявить сущность прогнозирования банкротства, необходимо для начала рассмотреть интерпретации основных понятий.

Прогноз – аргументированное мнение о вероятных состояниях объекта в перспективе, основываясь на данных, которые имеются в настоящее время.

Прогнозирование – это разработка прогноза, т.е. действия, которые направлены на обнаружение и исследование возможных вариантов развития предприятия (компании). Прогнозирование строится, основываясь на объективную информацию. Прогнозирование делится на:

- краткосрочное (1-2 года);
- среднесрочное (3-6 лет);
- долгосрочное (6 и выше).

При краткосрочном прогнозировании основной упор делается на количественных и качественных оценках изменений, объемах производства, спроса и предложения. Также в учет берутся кратковременные и случайные факторы. Для того чтобы, что-либо спрогнозировать, необходимо сначала разработать прогноз.

Прогнозирование банкротства – это анализ финансового состояния предприятий, благодаря которому можно на ранних стадиях обнаружить пробелы в экономике предприятия и принять решение о дальнейших действиях, чтобы выйти из кризисного положения.

Система прогнозирования основывается на экономическо-математических моделях, а также технических средствах, использующихся для прогнозирования банкротства предприятия.

Термин банкротство означает несостоятельность должника (физического или юридического лица), которая определена арбитражным судом или

заявленное должником отсутствие способности исполнять условия договора о возмещении долга перед кредитором.

В настоящее время существует большое количество различных математических методов, благодаря которым возможно спрогнозировать банкротство. Изучив литературу, из многих представленных методик, включая зарубежные и российские, найдены математические модели, с помощью которых будет производиться оценка финансового состояния на предприятии.

Следует начать с различных методик Альтмана.

Метод Альтмана – один из самых распространенных зарубежных методов, который применяется для оценки риска банкротства. Ниже будут рассмотрены три основные модели.

Одна из первых модификаций модели Альтмана – это двухфакторная модель Альтмана. Основное ее отличие – это простота в использовании и возможность применения в условиях, когда данные о работе компании ограничены, что является комфортным для применения модели на Российских предприятиях. В применении данной модели учитывается пара коэффициентов, коэффициент соотношения заемных средств и активов, коэффициент текущей ликвидности.

Представленная модель выглядит так:

$$Z_1 = -0.3877 - 1.073x_1 + 0.0579x_2 \quad (1)$$

где,

$x_1$  – это коэффициент текущей ликвидности (отношение оборотных активов к краткосрочным пассивам);

$x_2$  – это коэффициент финансовой зависимости (отношение валюты баланса к собственному капиталу).

В представленной формулировке, прибегая к помощи определения простых коэффициентов, а также учёта их весомости, при небольшом объеме корпоративной информации, представляется возможным формирование первичного представления о состоянии компании.



Ниже, в таблице 1.1, представлена оценочная шкала вероятности банкротства.

Таблица 1.1 – Оценочная шкала вероятности возникновения банкротства на основе использования двухфакторной модели Альтмана

Значение $Z_1$	Вероятность возникновения банкротства
$Z = 0$	Вероятность банкротства 50/50.
$Z < 0$	Вероятность банкротства менее 50% и уменьшается в зависимости от сокращения $Z$ .
$Z > 0$	Вероятность банкротства более 50% и увеличивается в зависимости от увеличения $Z$ .

Представленный способ оценивания является далеко не гарантированным и достаточным, но применяя данную модель, становится возможным наглядно рассмотреть принципы устройства факторных моделей.

Далее – пятифакторная модель Эдуарда Альтмана. Данная модель, по сравнению с двухфакторной, является наиболее подходящей для обнаружения риска банкротства открытых или публичных акционерных обществ. Здесь отражено больше количество переменных, что дает возможность учитывать большее число ключевых сторон деятельности компании, это говорит нам о большей достоверности результатов проверки.

Модель имеет вид:

$$Z_2 = 1.2 * x_1 + 1.4 * x_2 + 3.3 * x_3 + 0.6 * x_4 + 1.0 * x_5 \quad (2)$$

где,

$Z_2$  – это коэффициент риска, а переменные

$x_1$  – собственные оборотные средства (оборотный капитал) / сумма активов;

$x_2$  – отношение нераспределенной прибыли к суммам активов;

$x_3$  – рентабельность собственных активов (отношение прибыли до уплаты процентов к сумме активов);

$x_4$  – отношение рыночной стоимости собственного капитала (оборачиваемость ценных бумаг) к заемному капиталу (краткосрочные обязательства);

$x_5$  – отношение выручки к суммам активов.

Ниже, в таблице 1.2, представлена оценочная шкала вероятности банкротства.

Таблица 1.2 – Оценочная шкала вероятности возникновения банкротства на основе использования пятифакторной модели Альтмана.

Значение $Z_2$	Вероятность возникновения банкротства
$Z_2 \leq 1,8$	Вероятность очень высока
$1,8 < Z_2 \leq 2,7$	Вероятность высока
$2,7 < Z_2 < 2,9$	Вероятность возможна
$Z_2 \geq 2,9$	Вероятность очень низка

Далее – модифицированный метод Эдуарда Альтмана, который предназначается для частных компаний, которые не размещают свои акции на фондовом рынке. Математическая модель Альтмана имеет вид:

$$Z = 0.717x_1 + 0.847x_2 + 3.107x_3 + 0.42x_4 + 0.995x_5 \quad (3)$$

где,

$Z$  – это коэффициент риска, а переменные

$x_1$  – отношение собственных оборотных средств (оборотный капитал) и суммы активов;

$x_2$  – отношение нераспределенной прибыли и суммы активов;

$x_3$  – отношение рентабельности собственных активов (отношение прибыли до уплаты процентов к суммам активов);

$x_4$  – отношение значения собственного капитала на заемный капитал (краткосрочные обязательства);

$x_5$  – отношение выручки и суммы активов.

Ниже, в таблице 1.3, представлена оценочная шкала вероятности банкротства.

Таблица 1.3 – Оценочная шкала вероятности возникновения банкротства на основе использования преобразованной модели Альтмана.

Значение $Z$	Вероятность возникновения банкротства
$Z \leq 1.23$	Банкротство предприятия
$1.23 \leq Z \leq 2.89$	Банкротство в зоне неопределенности
$Z \geq 2.9$	Банкротство маловероятно

Достоверность преобразованной модели Альтмана если рассматривать ее будущее на год, составляет – 95%, в то время как на два года – 83%, что является одним из достоинств данной модели.

Далее рассмотрим модель, которую изобрел Ричард Таффлер. В 1977 году, английский профессор Ричард Таффлер, с целью оценивания финансового состояния предприятий внес предложение применять четырехфакторную модель. В данной модификации, в первом периоде создатель, посредством применения компьютерных технологий, внес предложение определить восемьдесят соотношений согласно сведениям платежеспособных и разорившихся компаний. Во втором периоде посредством применения статического метода, необходимо реализовать построение модели платежеспособности и установить индивидуальные соответствия, в которых наиболее выгодные места занимают две категории компаний согласно вычисленным коэффициентам.

Необходимо выделить то, что этот метод является стандартизированным для того, чтобы установить некие ключевые характеристики с целью измерения

результатов работы компании, (доход, экономическая угроза, ликвидность).  
 Посредством объединения надлежащим способом данных характеристик,  
 имеется возможность сформировать модель, которая даст возможность извлечь  
 наиболее верные сведения об экономическом состоянии компании.

Стало быть, модель Ричарда Таффлера имеет вид (4):

$$Z = 0.53x_1 + 0.13x_2 + 0.18x_3 + 0.16x_4 \quad (4)$$

где,

$x_1$  – прибыль от продаж / краткосрочные обязательства;

$x_2$  – оборотные активы / сумма обязательств;

$x_3$  – краткосрочные обязательства / сумма активов;

$x_4$  – выручка / сумма активов.

Ниже, в таблице 1.4, представлена оценочная шкала вероятности банкротства.

Таблица 1.4 – Прогнозирование вероятности возникновения банкротства по методике Р. Таффлера

Значение $Z$	Вероятность возникновения банкротства
$Z < 0.2$	Банкротство предприятия
$0.2 < Z < 0.3$	Банкротство в зоне неопределенности
$Z > 0.3$	Банкротство маловероятно

В случае если показатель  $Z$  более чем 0.3, то у предприятия хорошие долговременные перспективы, если же  $Z$  менее чем 0.2, в этом случае несостоятельность более чем возможна.

Но следует выделить то, что применение подобной методики настоятельно рекомендуется использовать с высокой осторожностью. Апробация представленной методики на компаниях показала то, что она не совсем применима для оценки состоятельности российских предприятий,

потому что специфика структуры капитала в различных отраслях не учитывается.

Далее рассмотрим четырехфакторную модель, предложенную Лисом. Данная модель по большому счету является адаптационной, потому как финансовые показатели, примененные в модели, такие же, как у Альтмана.

Модель имеет вид:

$$Z = 0.063x_1 + 0.092x_2 + 0.057x_3 + 0.01x_4 \quad (5)$$

где,

$x_1$  – оборотный капитал / сумма активов;

$x_2$  – прибыль от продаж / сумма активов;

$x_3$  – прибыль до налогообложения / сумма активов;

$x_4$  – собственный капитал / заемный капитал.

Ниже, в таблице 1.5, представлена оценочная шкала вероятности банкротства.

Таблица 1.5 - Прогнозирование вероятности возникновения банкротства по методике Р. Лиса

Значение Z	Вероятность наступления несостоятельности
$Z < 0.037$	Несостоятельность более чем вероятна
$Z > 0.037$	Несостоятельность маловероятна

После этого предложена математическая модель Спрингейта, которая содержит в себе четыре коэффициента. Модель представлена ниже:

$$Z = 1.03x_1 + 3.07x_2 + 0.66x_3 + 0.4x_4 \quad (6)$$

где,

$x_1$  – отношение оборотного капитала и баланса;

$x_2$  – отношение суммы прибыли до налогообложения и процентов к уплате, к балансу;

$x_3$  – отношение прибыли до налогообложения к краткосрочным обязательствам;

$x_4$  – отношение выручки с реализации к балансу.

По сводным данным модель Спрингейта имеет точность в 92,5%, если проводить прогноз на год, что почти не отличается от модифицированной модели Альтмана. Вывод по данной методике можно сделать в зависимости от значения  $Z$  – если коэффициент меньше, чем 0.862, то предприятие является потенциальным банкротом.

Далее методика Уильяма Бивера. Знаменитый финансовый специалист Уильям Бивер внес предложение создать собственную систему для оценивания финансового состояния предприятий, которая состоит из пяти индикаторов, а именно:

- рентабельность активов;
- удельный вес заёмных средств в пассивах;
- коэффициент текущей ликвидности;
- доля чистого оборотного капитала в активах;
- коэффициент Бивера (сумма прибыли и амортизации / заёмные средства).

Система показателей Бивера, применительно к российской отчетности приведена в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Система показателей Бивера

Показатель	Расчет	Значения		
Коэффициент Бивера	$\frac{ЧП + А}{ЗК}$ <p>ЧП – Чистая Прибыль А – Амортизация ЗК – Заемный Капитал</p>	Нормальное финансовое состояние	Неустойчивое финансовое состояние	Кризисное финансовое состояние
		Более 0.35	От 0.17 до 0.3	От 0.16 до 0.15
Экономическая рентабельность	$\frac{ЧП}{Б}$ <p>ЧП – Чистая прибыль Б – Итог баланса</p>	Более шести	От двух до шести	От 1 до -22

Показатель	Расчет	Значения		
Финансовый ливеридж	$\frac{ЗК}{Б}$ ЗК – Заемный капитал Б – Итог баланса	Менее 35	От 40 до 60	80 и более
Доля чистого оборотного капитала в активах	$\frac{СК - ВНА}{ОА}$ СК – Собственный Капитал ВНА – Внеоборотные Активы ОА – Оборотные Активы	0.4 и более	От 0.1 до 0.3	Менее 0.1

Продемонстрированные Уильямом Бивером категории риска рассчитаны, беря в основу нормативные показатели 3-х состояний компаний:

- компании с благоприятным финансовым состоянием;
- компании, ставшие банкротами на протяжении пяти лет;
- компании, разорившиеся в течение года.

Достоинством данного метода можно считать суждения о сроках вероятности наступления разорения. Из недостатков то, что интерпретация конечного значения сложна, так как отсутствует результирующий показатель.

После того, как проанализированы математические модели зарубежных экономистов, можно перейти к российским.

Выбрана модель, которую предложила российский экономист О.П. Зайцева. Данный метод включает в себя шесть факторов, с помощью которых рассчитывается комплексный коэффициент несостоятельности. Модель представлена ниже:

$$K_{\text{компл}} = 0,25K_{\text{уп}} + 0,1K_{\text{з}} + 0,2K_{\text{с}} + 0,25K_{\text{ур}} + 0,1K_{\text{фр}} + 0,1K_{\text{зач}} \quad (7)$$

где,

Куп – Коэффициент убыточности предприятия (чистый убыток / собственный капитал);

Кз – кредиторская / дебиторская задолженность;

Кс – краткосрочные обязательства / ликвидные активы;

Кур – чистый убыток / объем реализованной продукции;

Кфр – заемный / собственный капитал;

Кзач – загрузка активов.

Значение фактического комплексного коэффициента несостоятельности сопоставляется с нормативным коэффициентом, который рассчитан, основываясь на рекомендуемом минимальном значении, приведенном в Таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Минимальные значения частных показателей.

Показатели	Значения	Вероятность банкротства
Куп	0	В случае, когда комплексный коэффициент > нормативного, то вероятность банкротства велика, если наоборот, то мала.
Кз	1	
Кс	7	
Куп	0	В случае, когда комплексный коэффициент > нормативного, то вероятность банкротства велика, если наоборот, то мала.
Кз	1	
Кс	7	
Кур	0	
Кфр	0,7	
Кзач	= значение Кзач в прошлом периоде	

Далее остановимся на методе Р.С. Сайфуллина и Г.Г. Кадыкова. В данном методе предложено использование рейтингового числа (8):

$$R = 2K_{\text{осс}} + 0,1K_{\text{тл}} + 0,08K_{\text{оа}} + 0,45K_{\text{м}} + K_{\text{рск}} \quad (8)$$

где,

Косс – обеспеченность собственными средствами;

Ктл – коэффициент, отвечающий за текущую ликвидность;



Коа – коэффициент, отвечающий за оборачиваемость активов;  
 Км – коэффициент, отвечающий за рентабельность проданной продукции;  
 Крск – коэффициент, отвечающий за рентабельность собственного капитала.

Расчет предложенных коэффициентов представлен в таблице 1.8.

Таблица 1.8 - Расчет коэффициентов финансовой оценки деятельности предприятия

Показатель	Расчет
Косс	Отношение разницы собственных средств и внеоборотных активов к оборотным средствам
Ктл	Отношение оборотных средств к краткосрочным кредиторским задолженностям
Коа	Отношение выручки к активам
Км	Отношение валовой маржи к выручке
Крск	Отношение чистой прибыли к капиталу

В данной ситуации, если рейтинговое число равно одному, то компания находится в удовлетворительном финансовом состоянии, если же меньше одного, то финансовое состояние признается неудовлетворительным.

Из всех представленных математических моделей выбираются три: модифицированная модель Альтмана, модель О.П. Зайцевой и модель Спрингейта.

Далее предстоит выбор и обоснование языка программирования, с помощью которого можно будет реализовать представленные математические модели.

## 1.2 Программное средство для реализации моделей прогнозирования банкротства

В данной выпускной квалификационной работе был выбран язык программирования MATLAB. Именно потому, что MATLAB включает в себя

вычисления, визуализацию, задачи, выполняемые посредством данного языка близки к математическим.

У данного языка имеется ряд преимуществ:

- MATLAB создан с целью проведения математических и инженерных расчетов;
- среда MATLAB максимальна проста в применении, близка к языку BASIC, и доступен любому начинающему, так как в нем содержится всего несколько десятков операторов;
- MATLAB – открытая система, все процедуры и функции предоставляются не только для использования, но и для редактирования;
- возможность использования вычислительных возможностей в режиме мощного калькулятора;

Данный язык и среда программирования наиболее лучше подходит для реализации моделей прогнозирования банкротства, так как имеет все необходимые для этого средства.

Применение данной среды способно свести программирование к минимуму. Существенная доля абсолютно всех вычислительных алгоритмов, которые используются в настоящее время, выполнена в MATLAB в виде встроенных функций. От пользователя нередко необходимо только лишь понимание формата вызовов соответствующих алгоритмов.

Математическая подготовка может понадобиться в случае, когда необходимо понимать какой именно алгоритм даст возможность создать решение задачи более результативно в области точности и в области поиска решения, зависящего от времени.

Одной из основных индивидуальностей языка и средства программирования MATLAB являются его обширные способности по работе с матрицами и массивами. А также в MATLAB имеется возможность создать удобный интерфейс пользователя, что значительно упростит работу.

### 1.3 Постановка требований к программному обеспечению

Прогнозирование вероятности банкротства необходимо проводить для выявления признаков ухудшения положения компании на ранних стадиях для того, чтобы скорректировать дальнейшие действия.

На основе обзора математических моделей прогнозирования и цели выпускной квалификационной работы можно установить требования к разрабатываемому продукту. Программное обеспечение должно прогнозировать банкротство по модели, которая обладает наиболее высокой прогнозной силой, чтобы предугадать возможный финансовый крах предприятия. Должен быть реализован удобный интерфейс, в котором должна быть возможность вносить необходимые для подсчета данные. А после подсчета результата выводится ответ.

Ниже, на рисунке 1.1 представлена диаграмма активности разрабатываемого программного обеспечения.

Таким образом, алгоритм разрабатываемого продукта должен состоять из нескольких этапов:

- выбор модели прогнозирования банкротства;
- введение данных в форму;
- подсчет результата по выбранной модели;
- вывод результата.

Функциональные требования для моделей прогнозирования банкротства:

- модели должны прогнозировать банкротство предприятия;
- результат должен подсчитываться с высокой точностью;
- результат должен подсчитываться с минимальными затратами по

времени.

Нефункциональные требования для моделей прогнозирования банкротства:

- производительность;
- удобство использования;

- масштабируемость.

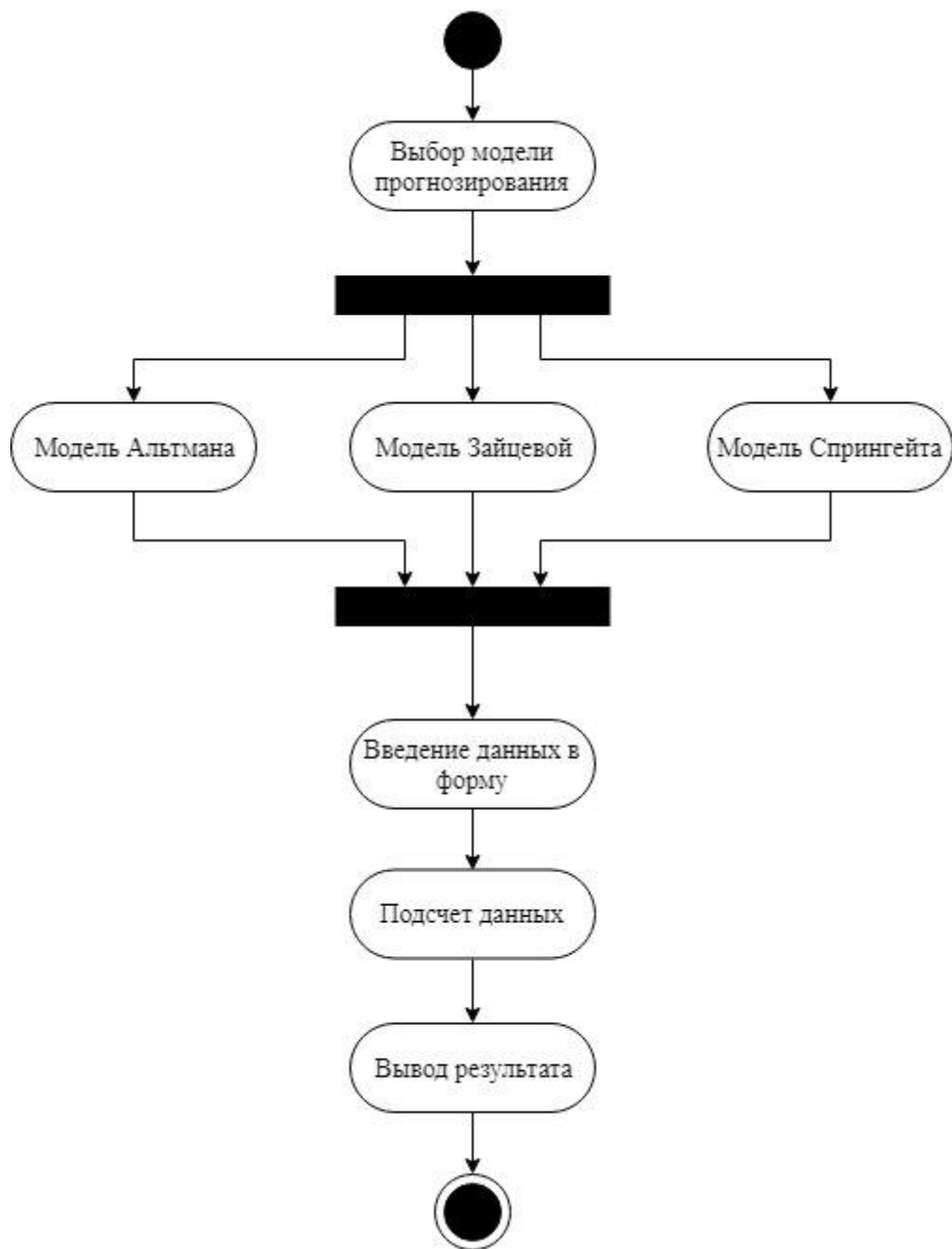


Рисунок 1.1 – Диаграмма активности разрабатываемого программного обеспечения

Для того, чтобы определить основные требования к разрабатываемому программному обеспечению, нужно описать систему, прибегая к технологии FURPS+, которая представлена в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Требования к программному обеспечению

Требование	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Прогнозировать банкротство	Одобренное	Важно	Средний	Средняя
Подсчитывать результат с высокой точностью	Одобренное	Важно	Средний	Средняя
Удобство				
Создать пользовательский интерфейс	Одобренное	Критичное	Средний	Средняя
Производительность				
Отклик ПО не более 10 секунд	Одобренное	Важное	Средний	Средняя
Масштабируемость				
Возможность добавления новых критериев	Одобренное	Критичное	Средний	Средняя

Для выполнения требований необходимо реализовать модели прогнозирования банкротства: Альтмана, Зайцевой, Спрингейта. И провести анализ эффективности каждой модели.

Сделан обзор существующих моделей прогнозирования банкротства, которые часто используются. Выбраны три модели, наиболее четко показывающие состояние предприятия по анализируемым данным. Выбран язык и среда программирования MATLAB. Сформулированы требования к разрабатываемому программному обеспечению.

## 2 РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

### 2.1 Реализация модифицированной математической модели прогнозирования банкротства, предложенной Альтманом

Используя выбранный язык и среду программирования, реализована модифицированная модель Альтмана. Программный код реализации представлен на Рисунках 2.1 и 2.2.

```
%Кнопка для запуска функции
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Вызов подсчета функции Альтмана
Altman(handles);

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

%функция для подсчета по модели Альтмана
function Altman(handles)
%получаем данные из таблицы
dan = get(handles.uitable1, 'Data');
%матрица результатов для трех лет
Z = [0 0 0];
%Модель Альтмана
for i=1:3
if (dan(1,i) ~= 0)
%Находим X
e28 = dan(6,i)/dan(1,i);
e26 = dan(4,i)/dan(1,i);
e25 = dan(3,i)/dan(1,i);
e24 = dan(2,i)/dan(1,i);
e42 = dan(7,i)/dan(5,i);
%Подсчет результата
Z(i) = 0.717*e24+0.847*e25+3.107*e26+0.42*e42+0.998*e28;
end;
end;
%Вероятность банкротства предприятия:
%- если Z < 1,23 предприятие признается банкротом
%- если Z от 1,23 до 2,89 ситуация неопределена
%- если Z более 2,9 ситуация на предприятии стабильна
if (Z(1) < 1.23)
%вывод результата
set(handles.edit8, 'String', 'Банкрот');
end;
if ((Z(1) > 1.23)&&(Z(i)<2.89))
%вывод результата
set(handles.edit8, 'String', 'Неопределена');
end;
if (Z(1) > 2.89)
%вывод результата
set(handles.edit8, 'String', 'Стабильна');
end;
%2015
if (Z(2) < 1.23)
%вывод результата
set(handles.edit10, 'String', 'Банкрот');
end;
if ((Z(2) > 1.23)&&(Z(i)<2.89))
%вывод результата
set(handles.edit10, 'String', 'Неопределена');
end;
end;
```

Рисунок 2.1 – Программный код реализации модифицированной математической модели Альтмана

```

function Itogov(handles)
global Z
openfig('SelivITOG.fig');
if (Z(3) > 2.89)
    set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018 год грозит банкротство');
else
    set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018 год не грозит банкротство');
end;
end;

```

Рисунок 2.2 – Функция, отвечающая за вызов окна, в которое передается итог прогнозирования

Программный код представлен в приложении А.

В фрагменте кода, который представлен на рисунке 2.1 вызывается функция для подсчета метода Альтмана, данные берутся из таблицы, задается матрица результатов за три года. Далее задается сама модель, высчитывается и выводится результат. Как уже было описано выше, если коэффициент  $Z$  меньше 1.23, то предприятие признается банкротом, если  $Z$  находится в промежутке между 1.23 и 2.89, то ситуация на предприятии неопределенна. Если же  $Z$  больше 2.89, значит финансовое состояние предприятия стабильно.

Вызов функции вызова окна, представленный на рисунке 2.2, применяется к каждой модели прогнозирования банкротства.

Результат реализации данной модели можно увидеть на Рисунке 2.3

Альтман

Модифицированная пятифакторная модель Альтмана

Наименование	2015	2016	2017
Активы	0	0	0
Оборотный капитал	0	0	0
Не распределенная прибыль	0	0	0
Прибыль до налогообложения	0	0	0
Бухгалтерская стоимость всех обязательств	0	0	0
Объем продаж	0	0	0
Балансовая стоимость собственного капитала	0	0	0

Результат

2015  2016  2017

Рисунок 2.3 – Экранная форма модифицированной математической модели Альтмана

В данной реализованной модели можно увидеть коэффициенты, с помощью которых рассчитывается вероятность банкротства, три окна с результатом: 2015, 2016 и 2017 год соответственно, и кнопка, нажимая на которую выводится результат оценки. При использовании данной модели финансовое состояние предприятия может быть трех видов: положительное состояние, состояние неопределенности, состояние-банкрот.

## 2.2 Реализация математической модели прогнозирования банкротства, предложенной Зайцевой

Далее приведена реализация российской математической модели О.П. Зайцевой. На рисунке 2.4 представлен код программы реализации модели Зайцевой.

```
function Zaiceva(handles)
%получаем данные из таблицы
dan = get(handles.uitable1, 'Data');
%матрица результатов для трех лет
Kfakt = [0 0 0];
Kn = [0 0 0];
%Модель Зайцевой
for i=1:3
    if(dan(1,i)>0)
        dan(1,i) = 0;
    end;
    if ((dan(7,i) ~= 0)&&(dan(2,i) ~= 0))
        %Находим X
        x1 = dan(1,i)/dan(7,i);
        x2 = dan(10,i)/dan(7,i);
        x3 = (dan(9,i)+dan(10,i)+dan(11,i))/(dan(4,i)+dan(5,i));
        x4 = dan(1,i)/dan(2,i);
        x5 = (dan(12,i)+dan(8,i))/dan(7,i);
        x6 = dan(13,i)/dan(2,i);
        %Подсчет результата
        Kfakt(i) = 0.25*x1+0.1*x2+0.2*x3+0.25*x4+0.1*x5+0.1*x6;
        Kn(i) = 1.57 + 0.1*x6;
    end;
end;
if (Kfakt(1) > Kn(1))
    %вывод результата
    set(handles.edit8, 'String', 'Высокая');
end;
if (Kfakt(1) < Kn(1))
    %вывод результата
    set(handles.edit8, 'String', 'Низкая');
end;
%2015
if (Kfakt(2) > Kn(2))
    %вывод результата
    set(handles.edit10, 'String', 'Высокая');
end;
if (Kfakt(2) < Kn(2))
    %вывод результата
    set(handles.edit10, 'String', 'Низкая');
end;
%2016
if (Kfakt(3) > Kn(3))
    %вывод результата
    set(handles.edit11, 'String', 'Высокая');
end;
end;
```

Рисунок 2.4 – Реализация математической модели О. П. Зайцевой



Программный код представлен в приложении Б.

Здесь также данные берутся из таблицы, задается матрица результатов за три года. Далее задается сама модель, высчитывается и выводится результат. Вывод о состоятельности происходит от сравнения двух коэффициентов. Фактического и нормативного коэффициента, если фактический коэффициент больше нормативного, это означает, что вероятность наступления банкротства велика, если же наоборот, то низка.

Полученный результат представлен на Рисунке 2.5.

Модель О.П. Зайцевой

Наименование	2015	2016	2017
Чистый убыток	0	0	0
Выручка от реализации	0	0	0
Дебиторская задолженность	0	0	0
Краткосрочные финансовые вложения	0	0	0
Денежные средства	0	0	0
Оборотные активы	0	0	0
Средняя сумма капитала и резервов	0	0	0
Долгосрочные обязательства	0	0	0
Заемные средства	0	0	0
Кредиторская задолженность	0	0	0
Прочие краткосрочные обязательства	0	0	0
Краткосрочные обязательства	0	0	0
Валюта баланса	0	0	0

Результат

2015      2016      2017

Рассчитать

Рисунок 2.5 – Экранная форма математической модели О.П. Зайцевой

В представленной экранной форме можно также увидеть коэффициенты, с помощью которых рассчитывается вероятность банкротства, три окна с результатом: 2015, 2016 и 2017 год соответственно, и кнопка, нажимая на которую выводится результат оценки. Используя данную модель, риск банкротства может быть двух видов: низкий и высокий.

## 2.3 Реализация математической модели прогнозирования банкротства, предложенной Спрингейтом

Ниже представлен Рисунок 2.6, на котором изображен фрагмент кода, с помощью которого реализована математическая модель Спрингейта.

```
function Altman(handles)
    %получаем данные из таблицы
    dan = get(handles.uitable1, 'Data');
    Zscore = [0 0 0];
    for i=1:3
        if ((dan(1,i) ~= 0) && (dan(5,i) ~= 0))
            x1 = dan(2,i)/dan(1,i);
            x2 = dan(3,i)/dan(1,i);
            x3 = dan(3,i)/dan(5,i);
            x4 = dan(4,i)/dan(1,i);
            Zscore(i) = 1.03*x1+3.07*x2+0.66*x3+0.4*x4;
        end;
    end;

    %Вероятность банкротства предприятия:
    %- если Z < 0,862 компания является потенциальным банкротом
    if (Zscore(1) < 0.862)
        set(handles.edit8, 'String', 'Высокая');
    else
        set(handles.edit8, 'String', 'Низкая');
    end;
    %2015
    if (Zscore(2) < 0.862)
        set(handles.edit10, 'String', 'Высокая');
    else
        set(handles.edit10, 'String', 'Низкая');
    end;
    %2016
    if (Zscore(3) < 0.862)
        set(handles.edit11, 'String', 'Высокая');
    else
        set(handles.edit11, 'String', 'Низкая');
    end;

function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
    if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
        set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

Рисунок 2.6 – Программный код математической модели Спрингейта

Программный код представлен в приложении В.

Здесь происходит все то же самое, что и при реализации предыдущих математических моделей, отличается только условие, при котором предприятие считается банкротом. Если коэффициент  $Z$  меньше, чем 0.862, значит,

предприятие является потенциальным банкротом, если наоборот, то у него стабильная финансовая ситуация.

Ниже, на Рисунке 2.7 представлен результат реализации.

Модель Спрингейта

Наименование	2015	2016	2017
Активы	0	0	0
Оборотный капитал	0	0	0
Операционная прибыль (ЕБИТ)	0	0	0
Выручка	0	0	0
Краткосрочные обязательства	0	0	0

Результат

2015      2016      2017

Рисунок 2.7 – Экранная форма математической модели Спрингейта.

Здесь также предлагается ввести коэффициенты и рассчитать результат по годам. Предложено два состояния риска: низкий и высокий.

#### 2.4 Реализация интерфейса программного обеспечения

И наконец, реализуется интерфейс программы. Необходимо создать окно, в котором предлагается выбор модели, с помощью которой в дальнейшем будет оцениваться финансовая устойчивость предприятия. Благодаря языку программирования MATLAB, в котором существует среда GUIDE, можно создать приложение с графическим интерфейсом пользователя.

Код программы представлен на Рисунке 2.8.

Программный код представлен в приложении Г.

В первом блоке подпрограммы описаны имя файла, которое возвращается функцией `mfilename`, количество копий приложения, которые могут быть запущены одновременно, если стоит цифра 1, это значит, что может быть запущена только одна копия, если же 0, то могут быть запущены несколько копий.

Далее следуют указатели на подфункцию SelivOpen\_OpeningFcn, она выполняется перед тем, как окно приложения появится на экране. SelivOpen\_OutputFcn определяет, что возвращает функция SelivOpen, которая вызвана с выходным элементом.

Во втором блоке подпрограммы описываются кнопки и функции открытия файла модели Альтмана, Зайцевой и Спрингейта соответственно.

```
function varargout = SelivOpen(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',      mfilename, ...
                  | 'gui_Singleton', gui_Singleton, ...
                  | 'gui_OpeningFcn', @SelivOpen_OpeningFcn, ...
                  | 'gui_OutputFcn', @SelivOpen_OutputFcn, ...
                  | 'gui_LayoutFcn', [] , ...
                  | 'gui_Callback', []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function SelivOpen_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
guidata(hObject, handles);

function varargout = SelivOpen_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
openfig('SelivALT.fig');

function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
openfig('SelivZAI.fig');
```

Рисунок 2.8 – Разработка меню программы.

Ниже, на Рисунке 2.9 представлен результат реализации меню программы.

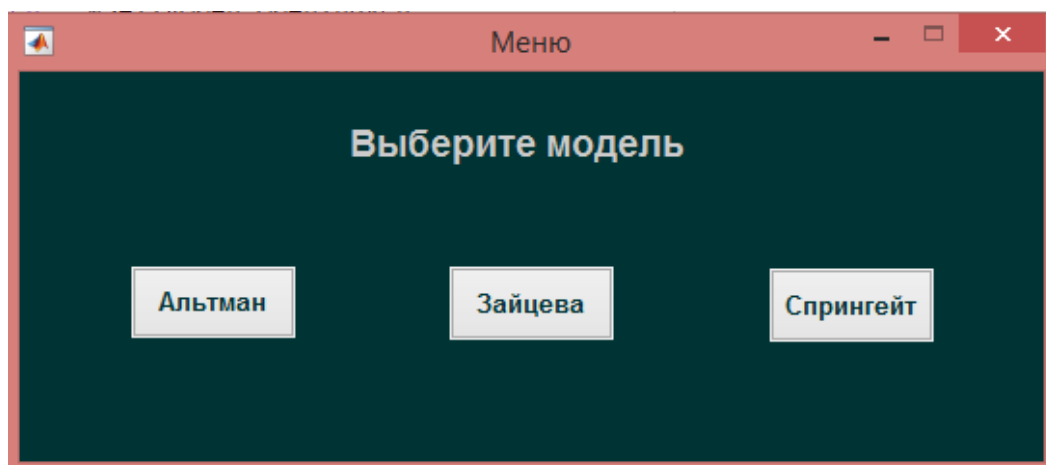


Рисунок 2.9 – Экранная форма реализованного меню программы

Ниже, на рисунке 2.10 представлен фрагмент кода, с помощью которого передается итог от функции, и по нажатию на кнопку будут выводиться пути решения выхода из кризиса.

```
function varargout = SelivITOG_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
    varargout{1} = handles.output;

    function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)

    function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
        if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
            set(hObject,'BackgroundColor','white');
        end

        %Открытие формы "Пути решения"
    function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
        openfig('SelivPYT.fig');
        if (dan(1,2) < dan(1,3))
            set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Проведение инвентаризации активов и пассивов предприятия');
        end;
        if (dan(2,2) < dan(2,3))
            set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Отказ от получения дивидендов по акциям');
        end;
        if (dan(3,2) < dan(3,3))
            set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Снижение затрат и уменьшение текущей финансовой потребности');
        end;
        if (dan(5,2) < dan(5,3))
            set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Привлечение инвестиций');
            set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Осуществление мероприятий в сфере маркетинга');
        end;
    end;
end;
```

Рисунок 2.10 – Фрагмент кода, отвечающий за предложение путей решения по выходу из кризисных ситуаций

Данный программный код представлен в приложении Д.

В данной главе реализован интерфейс программы, в котором можно выбрать, с помощью какой модели спрогнозировать банкротство предприятия, а также реализованы три модели прогнозирования банкротства, которые по введенным данным выводят результат по трем годам (2015, 2016, 2017).

## 3 ТЕСТИРОВАНИЕ ПОЛУЧЕННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 3.1 Соответствие поставленных требований к реализованным моделям

Была реализована модифицированная модель Альтмана, Зайцевой, Спрингейта и интерфейс для прогнозирования банкротства.

В главном меню программы имеется выбор модели, по которой будет производиться прогнозирование банкротства предприятия.

После выбора метода, открывается окно, содержащее форму, предназначенную для заполнения данных, для выбранной модели. Также на форме имеется кнопка, после нажатия на которую, запускается подсчет. И окна вывода для каждого года, где выводится прогнозирование банкротства в зависимости от результата модели (рисунок 3.2, 3.3, 3.4).

Альтман

Модифицированная пятифакторная модель Альтмана

Наименование	2015	2016	2017
Активы	1568256	1917579	1926183
Оборотный капитал	-207118	-366312	-328539
Не распределенная прибыль	763	7968	15413
Прибыль до налогообложения	99863	38351	130698
Бухгалтерская стоимость всех обязательств	404433	803863	297797
Объем продаж	2165652	2231018	2254786
Балансовая стоимость собственного капитала	163824	113717	228397

Результат

2015 2016 2017

Ниже 50% 50% Банкрот

Рассчитать

Рисунок 3.2 – Форма окна модифицированной математической модели прогнозирования банкротства Э. Альтмана

После применения предоставленных данных в реализованную математическую модель прогнозирования банкротства появляется диалоговое окно, представленное на рисунке 3.3, которое говорит о том, грозит предприятию банкротства или же нет.

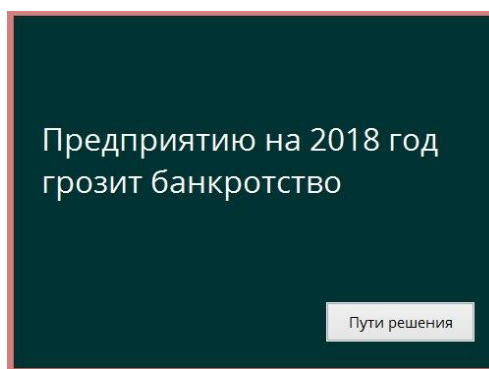


Рисунок 3.3 – Экранная форма диалогового окна с предупреждением о наступающем банкротстве

В данном диалоговом окне присутствует кнопка «Пути решения», она становится активной только в тот момент, когда предприятию грозит банкротство. Далее, после нажатия на кнопку «Пути решения», откроется форма с предоставленными рекомендациями, благодаря которым можно выйти из состояния банкрота. Ниже, на рисунке 3.4 представлен перечень рекомендаций, которые составляются в зависимости от введенных пользователем значений в модифицированную математическую модель прогнозирования банкротства предприятия, предложенную Альтманом.

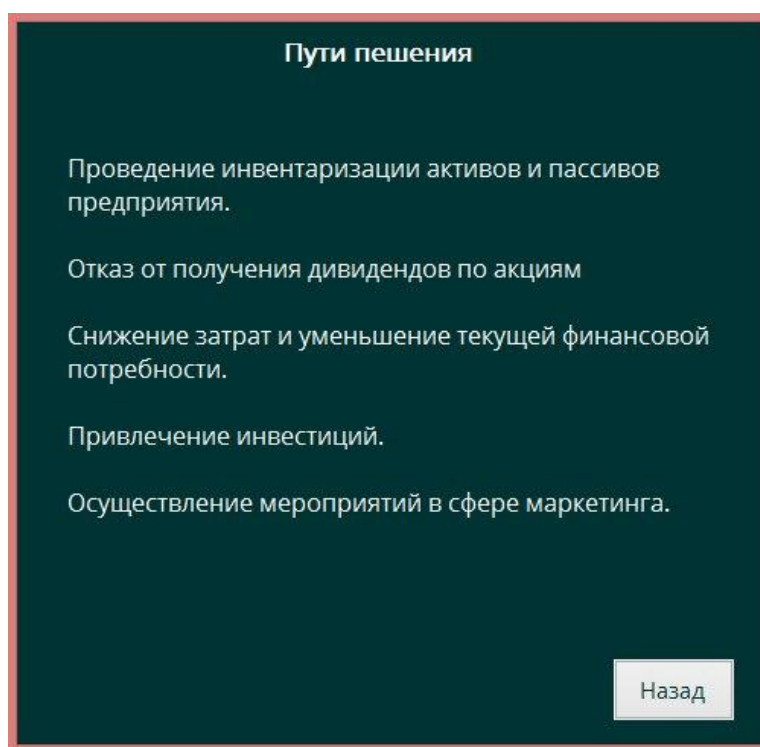


Рисунок 3.4 – Экранная форма, несущая рекомендательный характер по отношению к модели прогнозирования банкротства предприятия Альтмана

Далее, подставим предоставленные предприятием финансовые значения в модель прогнозирования банкротства, предложенную О.П. Зайцевой.

Модель О.П. Зайцевой

Наименование	2015	2016	2017
Чистый убыток	64223	45212	20123
Выручка от реализации	2165652	2231018	2254786
Дебиторская задолженность	1234055	1026678	974867
Краткосрочные финансовые вложения	13028	14457	10456
Денежные средства	70680	44190	92414
Оборотные активы	111505	111510	150398
Средняя сумма капитала и резервов	111297	138771	171052
Долгосрочные обязательства	82260	27041	15277
Заемные средства	41691	24045	10021
Кредиторская задолженность	149986	120454	100412
Прочие краткосрочные обязательства	0	0	0
Краткосрочные обязательства	32217	77682	28252
Валюта баланса	15682	197592	26183

Результат

2015	2016	2017	Рассчитать
Ниже 50%	Банкрот	Банкрот	

Рисунок 3.5 – Форма окна математической модели прогнозирования банкротства О.П. Зайцевой

По результатам проверки, применяя данную модель, можно заметить, что предприятие находится также не в стабильной ситуации. На экран выводится результат, в котором говорится о том, что предприятию в 2018 году грозит банкротство и предлагается посмотреть пути решения данной проблемы (рисунок 3.6).

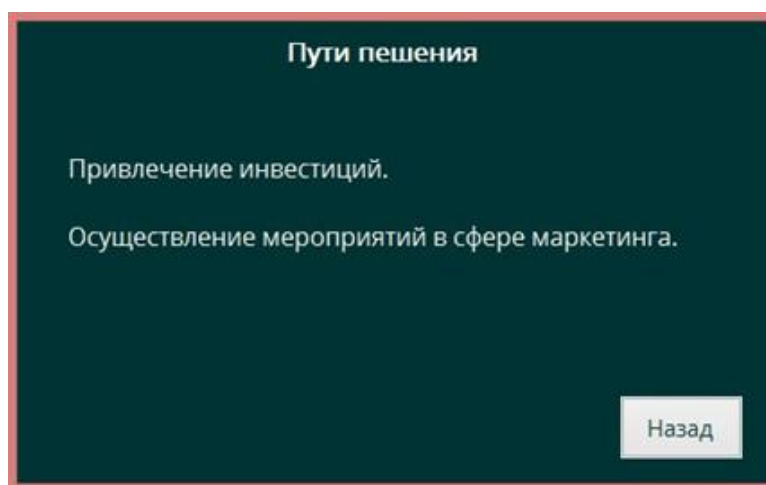


Рисунок 3.6 - Экранная форма, несущая рекомендательный характер по отношению к модели прогнозирования банкротства предприятия О.П. Зайцевой



Далее, подставим предоставленные предприятием финансовые значения в модель прогнозирования банкротства, предложенную Спрингейтом. Результат представлен на рисунке 3.7.

Модель Спрингейта

Наименование	2015	2016	2017
Активы	1568256	1917579	1926183
Оборотный капитал	-207118	-366312	-328539
Операционная прибыль (ЕБИТ)	44106	60527	130861
Выручка	2165652	2231018	2254786
Краткосрочные обязательства	32217	77682	28252

Результат

2015	2016	2017	Рассчитать
Низкая	Высокая	Высокая	

Рисунок 3.7 — Форма окна математической модели прогнозирования банкротства Спрингейта

По результатам проверки, также можно заметить, что предприятие находится опять-таки не в стабильной ситуации. Затем, на экран выводится результат, в котором говорится о том, что предприятию в 2018 году грозит банкротство и предлагается посмотреть пути решения данной проблемы. Решение проблемы представлено на рисунке 3.8.

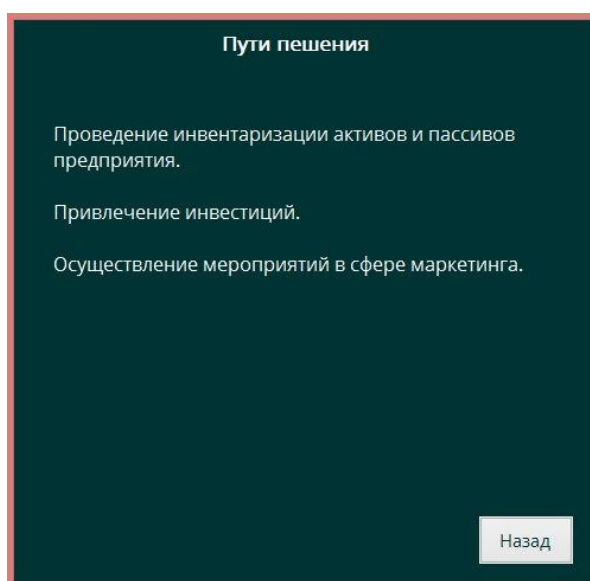


Рисунок 3.8 – Экранная форма, несущая рекомендательный характер по отношению к модели прогнозирования банкротства предприятия Спрингейта

Можно сделать вывод к подпункту: каждая реализованная модель работоспособна, подсчитывает результат по вводимым данным, выводит его и если он несет банкротство, то предлагаются рекомендации, благодаря которым можно выйти из этого состояния.

### 3.2 Тестирование реализованных моделей прогнозирования банкротства предприятия

В качестве тестирования были взяты финансовые данные компании ООО «ГРИН».

По внесенным данным было проведено прогнозирование банкротства компании. Модель показала результат на каждый год. Результат работы моделей внесен в таблицу 3.1

Таблица 3.1 — Результат работы моделей

Результат	Модель Альтмана	Модель Зайцевой	Модель Спрингейта
2015 год	Ниже 50%	Ниже 50%	Низкая
2016 год	50%	Банкрот	Высокая
2017 год	Банкрот	Банкрот	Высокая

В языке и среде программирования MATLAB присутствуют команды, с помощью которых выводится затраченное время на выполнение программы.

```

1 tic%Начало отсчета
2 for i=1:1000
3     a=rand(i);
4 end
5 toc % Конец отсчета

```

Рисунок 3.9 – Фрагмент кода, отвечающий за подсчет времени выполнения программы

Применив команду, которая продемонстрирована выше, были произведены замеры времени работы каждой модели. Результаты сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 — Замеры работы моделей

Требование	Модель Альтмана	Модель Зайцевой	Модель Спрингейта
Точность результата	95%	90%	85%
Время	9 мс (миллисекунд)	14 мс (миллисекунд)	11 мс (миллисекунд)

По результатам, сведенным в таблицы 3.1 и 3.2, можно сделать вывод, что самой эффективной из реализованных моделей является модель прогнозирования банкротства Альтмана. Результат прогнозирования более обширен и подробен, что более приемлемо для компании, так как по этим данным возможно сделать необходимые выводы и составить план для улучшения работы компании. Так же эта модель достигает наиболее точного результата.

Проведено сопоставление требований и реализованных моделей, что отвечает поставленным условиям. Также проведено тестирование моделей и выявлена лучшая модель для прогнозирования банкротства предприятия – модифицированная модель Альтмана, так как результат ее прогнозирования более точен и сама модель быстра в выполнении.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе было рассмотрено современное состояние исследуемого вопроса и значимость в обществе. Проведен анализ математических моделей прогнозирования банкротства.

Был выбран язык и среда программирования MATLAB, с помощью которого возможно реализовать математические модели прогнозирования банкротства. Поставлены требования к разрабатываемому программному обеспечению.

Рассмотрены и программно реализованы три выбранные модели прогнозирования банкротства предприятия: Альтмана, Зайцевой, Спрингейта. Был реализован пользовательский интерфейс для удобной работы с моделями прогнозирования банкротства, а апробация данного интерфейса позволила в наглядной форме продемонстрировать работу реализованного программного приложения.

Проведено выявление соответствия поставленных требований с реализованными моделями, что в итоге показало полное соответствие. Проведено тестирование каждой реализованной модели, где были выявлены время выполнения и процент точности результата. В результате выявлена наиболее эффективная модель прогнозирования — модифицированная математическая модель прогнозирования Альтмана. Она является наиболее точной в постановке прогноза банкротства и имеет лучший показатель по времени вычисления.

В ходе выпускной квалификационной работы были выполнены поставленные задачи:

1. Проведен обзор современного состояния исследуемого вопроса.
2. Реализованы математические модели прогнозирования банкротства.
3. Реализован пользовательский интерфейс для выбранных моделей прогнозирования банкротства.
3. Проведено тестирование каждой модели.
4. Выбрана наиболее подходящая модель прогнозирования банкротства.

Была выполнена поставленная цель. Уменьшена вероятность появления банкротства на предприятия за счет прогнозирования с помощью применения

математической модели Альтмана и нахождения слабых сторон предприятия. Были предложены вариации обхода состояния банкротства.

Данная работа имеет апробацию, была представлена на научной конференции «Студенческие дни науки ТГУ», которая проводилась в Тольяттинском государственном университете с 23 по 25 апреля 2018 года в очной форме.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Научная и методическая литература*

1. Беляев, С. Г. Теория и практика антикризисного управления [Текст] / С. Г. Беляев, В. И. Кошкин. - 2013. – 189 с.
2. Григоревич, О.А. Проблематика платежеспособности предприятий [Текст] / О.А. Григоревич ; Консультант. - 2014. - № 23. - 84-88 с.
3. Джордж Дорн, Дж.К. Экономика [Текст] : учебное пособие / Дж.К. Джордж Дорн. – М.: Финансы и статистика, 2014. – 643 с.
4. Дьяконов, В. П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 [Текст] / В. П. Дьяконов. – М.: СолонПресс, 2014. – 800 с.
5. Еремина, Е. С. Основы анализа и диагностики финансового состояния предприятия: учебное пособие [Текст] / Е. С. Ерина. - М.: МГСУ, 2013. – 94 с.
6. Иглин, А.Э. Основы языка программирования MATLAB [Текст] : учебное пособие. / А.Э. Иглин. - СПб.: Изд-во: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 102 с.
7. Семенов, М.И. Информационные системы в экономике [Текст] / М. И. Семенов [и др.] ; под общ. ред. И. Т. Трубилина. – М.: Финансы и статистика, 2013. – 415 с.
8. Ковальская А.П. Диагностика банкротства. – М.: АО «Финстатинформ», 2013. – 96 с.
9. Ковальский, А.И. Анализирование финансового состояния предприятия [Текст] / А.И. Ковальский, В.П. Привальский. - М.: Центр экономики и маркетинга, 2013. - 341 с.
10. Мятова, А.М. Моделирование систем [Текст] : учебное пособие / А.М. Мятова. - Томск: Издательство ТПУ, 2015. – 204 с.
11. Перов, Т. Ю. Несостоятельность предприятий: учебное пособие для студ. среднего проф. образования [Текст] / Т.Ю. Перова. – 3-е изд. – Ростов н /Д : Феникс, 2013. – 342 с.

12. Савицкая, Г. В. Методика комплексного анализа хозяйственной деятельности [Текст] : учебное пособие / Г. В. Савицкая. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2016. - 408 с.

13. Семькин О.В. Кризисные ситуации на предприятии [Текст] / О.В. Семькин. – М.: ЮНИТИ 2014. - 670 с.

14. Соколова, Н.Г. Пишем курсовую, выпускную квалификационную работу [Текст] : метод. рекомендации для студентов пед. колледжей и вузов / Н.Г. Соколова. – Тула : Изд-во ТГПУ им. Л.Н. Толстого, 2008. – 116 с.

15. Тактаров, Г.А. Финансовая среда предпринимательства и предпринимательские риски [Текст] / Г. А.Тактаров, Е. М. Григорьева. – М.: КНОРУС, 2015. – 255 с

16. Фролова, Л.И. Моделирование информационных систем [Текст] : учебное пособие / Л.И. Фролова. – Курск: Курский центр заочного образования, 2015. – 115 с.

#### *Электронные ресурсы*

17. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51 - ФЗ (ред. от 23.05.2016) ст. 84-92 [Электронный ресурс]. - Электрон. Дан. - [2018]. - Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/)

18. MATLAB - Высокоуровневый язык технических расчетов [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. - [2018]. - Режим доступа: <https://matlab.ru/products/matlab>

#### *Литература на английском языке*

19. Boshay, B. Programming with MATLAB / B. Boshay. - Sciencedirect, 2016. - 120-135 p.

20. Furui, S. Forecasting bankruptcy / S. Furui. - New York: Marcel Dekker, 2013. - 452 p.

21. Golinaev, A. Bunkruptcy / A. Golinaev. - Enterprise Forecasting, 2016. - 1293-1245 p.

22. Gonzales, R.C. Digital Image Processing / R.C. Gonzales. - New Jersey: Printice Hall, 2017 - 584 p.
23. Huang, H. Software Implementation / H. Huand, A. Acero. - New Jersey: Printice Hall, 2014 - 480 p.
24. Shamway, T. Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model / T. Shumway. - The Journal of Business, 2015. - 101-124 p.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Программный код реализации модели прогнозирования банкротства

#### Альтмана

```
function varargout = SelivALT(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @SelivALT_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @SelivALT_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function SelivALT_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
function varargout = SelivALT_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
%Кнопка для запуска функции
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Вызов подсчета функции Альтмана
Altman(handles);
function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
%Функция для подсчета по модели Альтмана
function Altman(handles)
%получаем данные из таблицы
dan = get(handles.uitable1, 'Data');
%матрица результатов для трех лет
Z = [0 0 0];
%Модель Альтмана
```

```

for i=1:3
    if (dan(1,i) ~= 0)
        %Находим X
        e28 = dan(6,i)/dan(1,i);
        e26 = dan(4,i)/dan(1,i);
        e25 = dan(3,i)/dan(1,i);
        e24 = dan(2,i)/dan(1,i);
        e42 = dan(7,i)/dan(5,i);
        %Подсчет результата
        Z(i) = 0.717*e24+0.847*e25+3.107*e26+0.42*e42+0.998*e28;
    end;
end;
%Вероятность банкротства предприятия:
%- если Z < 1,23 предприятие признается банкротом
%- если Z от 1,23 до 2,89 ситуация неопределена
%- если Z более 2,9 ситуация на предприятии стабильна
    if (Z(1) < 1.23)
        %вывод результата
        set(handles.edit8, 'String', 'Банкрот');
    end;
    if ((Z(1) > 1.23)&&(Z(i)<2.89))
        %вывод результата
        set(handles.edit8, 'String', 'Неопределена');
    end;
    if (Z(1) > 2.89)
        %вывод результата
        set(handles.edit8, 'String', 'Стабильна');
    end;
%2015
    if (Z(2) < 1.23)
        %вывод результата
        set(handles.edit10, 'String', 'Банкрот');
    end;
    if ((Z(2) > 1.23)&&(Z(i)<2.89))
        %вывод результата
        set(handles.edit10, 'String', 'Неопределена');
    end;
    if (Z(2) > 2.89)
        set(handles.edit10, 'String', 'Стабильна');
    end;
%2016
    if (Z(3) < 1.23)

```

```

%Вывод результата
    set(handles.edit11, 'String', 'Банкрот');
end;
if ((Z(3) > 1.23) && (Z(i) < 2.89))
%Вывод результата
    set(handles.edit11, 'String', 'Неопределена');
end;
if (Z(3) > 2.89)
%Вывод результата
    set(handles.edit11, 'String', 'Стабильна');
end;
function Itogov(handles)
    global Z
    openfig('SelivITOG.fig');
    if (Z(3) > 2.89)
        set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018
год грозит банкротство');
    else
        set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018
год не грозит банкротство');
    end;
function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject, 'BackgroundColor'),
get(0, 'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject, 'BackgroundColor', 'white');
end
end

```

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Программный код реализации модели прогнозирования банкротства Зайцевой

```
function varargout = SelivZAI(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @SelivZAI_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @SelivZAI_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function SelivZAI_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = SelivZAI_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

%Кнопка для запуска функции
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
%Вызов подсчета функции Зайцевой
Zaiceva(handles);

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```

end

%Функция для подсчета по модели Зайцевой
function Zaiceva(handles)
%получаем данные из таблицы
dan = get(handles.uitable1, 'Data');
%матрица результатов для трех лет
Kfakt = [0 0 0];
Kn = [0 0 0];
%Модель Зайцевой
for i=1:3
    if(dan(1,i)>0)
        dan(1,i) = 0;
    end;
    if ((dan(7,i) ~= 0)&&(dan(2,i) ~= 0))
        %Находим X
        x1 = dan(1,i)/dan(7,i);
        x2 = dan(10,i)/dan(7,i);
        x3 = (dan(9,i)+dan(10,i)+dan(11,i))/(dan(4,i)+dan(5,i));
        x4 = dan(1,i)/dan(2,i);
        x5 = (dan(12,i)+dan(8,i))/dan(7,i);
        x6 = dan(13,i)/dan(2,i);
        %Подсчет результата
        Kfakt(i) = 0.25*x1+0.1*x2+0.2*x3+0.25*x4+0.1*x5+0.1*x6;
        Kn(i) = 1.57 + 0.1*x6;
    end;
end;

%Вероятность банкротства предприятия:
%- если Kфакт > Kn высокая вероятность
%- если Kфакт < Kn низкая вероятность

    if (Kfakt(1) > Kn(1))
        %вывод результата
        set(handles.edit8, 'String', 'Высокая');
    end;
    if (Kfakt(1) < Kn(1))
        %вывод результата
        set(handles.edit8, 'String', 'Низкая');
    end;
%2015
    if (Kfakt(2) > Kn(2))

```

```

%Вывод результата
    set(handles.edit10, 'String', 'Высокая');
end;
if (Kfakt(2) < Kn(2))
%Вывод результата
    set(handles.edit10, 'String', 'Низкая');
end;
%2016
if (Kfakt(3) > Kn(3))
%Вывод результата
    set(handles.edit11, 'String', 'Высокая');
end;
if (Kfakt(3) < Kn(3))
%Вывод результата
    set(handles.edit11, 'String', 'Низкая');
end;

function Itogov(handles)
    glonal Z
    openfig('SelivITOG.fig');
    if (Kfakt(3) > Kn(3))
        set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018
год грозит банкротство');
    else
        set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018
год не грозит банкротство');
    end;
function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)

function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

```

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Программный код реализации модели прогнозирования банкротства Спрингейта

```
function varargout = SelivSPRI(varargin)

function SelivSPRI_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = SelivSPRI_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)

varargout{1} = handles.output;

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
Altman(handles);
function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function Altman(handles)
dan = get(handles.uitable1, 'Data');
Zscore = [0 0 0];
for i=1:3
    if ((dan(1,i) ~= 0)&&(dan(5,i) ~= 0))
        x1 = dan(2,i)/dan(1,i);
        x2 = dan(3,i)/dan(1,i);
        x3 = dan(3,i)/dan(5,i);
        x4 = dan(4,i)/dan(1,i);
        Zscore(i) = 1.03*x1+3.07*x2+0.66*x3+0.4*x4;
    end;
end;

%Вероятность банкротства предприятия:
%- если Z < 0,862 компания является потенциальным банкротом
if (Zscore(1) < 0.862)
    set(handles.edit8, 'String', 'Высокая');
else
```

```

        set(handles.edit8, 'String', 'Низкая');
    end;
%2015
    if (Zscore(2) < 0.862)
        set(handles.edit10, 'String', 'Высокая');
    else
        set(handles.edit10, 'String', 'Низкая');
    end;
%2016
    if (Zscore(3) < 0.862)
        set(handles.edit11, 'String', 'Высокая');
    else
        set(handles.edit11, 'String', 'Низкая');
    end;
function Itogov(handles)
    global Z
    openfig('SelivITOG.fig');
    if (Zscore(3) < 0.862)
        set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018
год грозит банкротство');
    else
        set(handles.edit1, 'SelivITOG.fig', 'String', 'Предприятию на 2018
год не грозит банкротство');
    end;
function edit10_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)

if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function edit11_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit11_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
end

```



## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Реализация интерфейса программы

```
function varargout = SelivOpen(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',      mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @SelivOpen_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @SelivOpen_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function SelivOpen_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
guidata(hObject, handles);

function varargout = SelivOpen_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
openfig('SelivALT.fig');

function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
openfig('SelivZAI.fig');

function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
openfig('SelivSPRI.fig');
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Реализация предложений по путям выхода из банкротства

```
function varargout = SelivITOG(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @SelivITOG_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @SelivITOG_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargin
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
function SelivITOG_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);
function varargout = SelivITOG_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
%Открытие формы "Пути решения"
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
openfig('SelivPYT.fig');
if (dan(1,2) < dan(1,3))
    set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Проведение инвентаризации ак-
тивов и пассивов предприятия');
end;
if (dan(2,2) < dan(2,3))
    set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Отказ от получения дивидендов
по акциям');
end;
if (dan(3,2) < dan(3,3))
```

```
        set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Снижение затрат и уменьшение  
текущей финансовой потребности');  
end;  
if (dan(5,2) < dan(5,3))  
    set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Привлечение инвестиций');  
    set(handles.edit1, 'SelivPYT.fig', 'String', 'Осуществление мероприятий в  
сфере маркетинга');  
end;
```