

# Modelle zur risikobewertung der entwicklung von IT- unternehmen unter unsicherheitsbedingungen und bei fusionen und übernahmen

*Udovenko Sergii<sup>1</sup>, Vilkhivska Olga<sup>2</sup>, Teslenko Oleg<sup>3</sup>, Vilkhivskiy Vladyslav<sup>4</sup>*

Опубліковано	Секція	УДК
30.09.2025	Освіта/Педагогіка	004.9:005.334:005.52

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17864587>

**Анотація.** У статті розглядаються сучасні моделі та методи оцінювання ризиків розвитку ІТ-компаній в умовах невизначеності, зокрема у процесах злиття та поглинання, що становлять одну з найбільш складних і ризикових форм трансформації бізнесу. Досліджено підходи до формалізації процесів прийняття рішень із урахуванням економічних, технологічних і часових показників, що дозволяє підвищити ефективність управлінських стратегій та знизити рівень потенційних загроз. Особливу увагу приділено імітаційному моделюванню, деревам відмов (FTA), деревам подій (ETA), а також багатокритеріальним методам аналізу, які забезпечують можливість комплексного прогнозування сценаріїв розвитку підприємств. Обґрунтовано доцільність використання моделей СОСОМО та їхніх модифікацій для визначення вартості, тривалості та практичної здійсненності реалізації ІТ-проектів на різних етапах життєвого циклу. Показано, що поєднання алгоритмічних та експертних методів оцінювання дозволяє отримати більш точні результати, хоча й ускладнює побудову моделей. Запропонований підхід враховує як якісні, так і кількісні критерії, забезпечуючи можливість визначення допустимих рівнів ризику, оптимізації інформаційних потоків і підвищення економічної стійкості компаній. Розроблена методика створює основу для побудови сценаріїв адаптивного управління, що відповідають умовам динамічного розвитку ІТ-галузі та високої мінливості зовнішнього середовища. Практичне значення роботи полягає у формуванні інструментарію для менеджерів і аналітиків, здатного підтримувати стратегічне планування, інвестиційний аналіз та оперативне управління ризиками. Наукова новизна дослідження полягає у комплексному поєднанні класичних моделей оцінки з сучасними методами імітації, що відкриває перспективи подальшого розвитку систем ризик-менеджменту в ІТ-секторі.

**Ключові слова:** ризик-менеджмент, ІТ-компанії, злиття і поглинання, імітаційне моделювання, FTA, ETA, СОСОМО, багатокритеріальна оцінка, управління проектами, економічна стійкість.

<sup>1</sup> Doktor der technischen Wissenschaften, Professor, Leiter des Lehrstuhls für Informatik und Computertechnik, Nationale Simon-Kuznetz-Wirtschaftsuniversität Charkiw ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5945-8647>

<sup>2</sup> PhD in Economics, Dozent, Dozent für Informationstechnologie und Computertechnologie, Nationale Simon-Kuznetz-Wirtschaftsuniversität Charkiw, ORCID: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15131397>

<sup>3</sup> PhD (Technische Wissenschaften), Dozent, Dozent für Informationstechnologie und Computertechnologie, Nationale Simon-Kuznetz-Wirtschaftsuniversität Charkiw, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3772-5991>

<sup>4</sup> Masterstudent im 1. Studienjahr am Wissenschaftlich-Lehrinstitut für Management und Marketing, Nationale Simon-Kuznetz-Wirtschaftsuniversität Charkiw

## **Modelle zur risikobewertung der entwicklung von IT-unternehmen unter unsicherheitsbedingungen und bei fusionen und übernahmen**

**Zusammenfassung.** Der Artikel untersucht moderne Modelle und Methoden zur Bewertung von Risiken in der Entwicklung von IT-Unternehmen unter Unsicherheitsbedingungen, insbesondere in Prozessen von Fusionen und Übernahmen, die eine der komplexesten und risikoreichsten Formen der Geschäftstransformation darstellen. Analysiert werden Ansätze zur Formalisierung von Entscheidungsprozessen unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, technologischer und zeitlicher Indikatoren, was die Effizienz von Managementstrategien erhöht und potenzielle Bedrohungen reduziert. Besonderes Augenmerk wird auf Simulationsmodellierung, Fehlerbaumanalyse (FTA), Ereignisbaumanalyse (ETA) sowie multikriterielle Analysemethoden gelegt, die eine umfassende Prognose von Entwicklungsszenarien der Unternehmen ermöglichen. Es wird die Zweckmäßigkeit der Anwendung des COCOMO-Modells und seiner Modifikationen für die Bestimmung der Kosten, der Dauer und der praktischen Realisierbarkeit von IT-Projekten in verschiedenen Phasen des Lebenszyklus begründet. Es wird gezeigt, dass die Kombination algorithmischer und expertenbasierter Bewertungsmethoden genauere Ergebnisse liefert, auch wenn die Modellbildung dadurch komplexer wird. Der vorgeschlagene Ansatz berücksichtigt sowohl qualitative als auch quantitative Kriterien und ermöglicht die Bestimmung akzeptabler Risikoniveaus, die Optimierung von Informationsflüssen sowie die Stärkung der wirtschaftlichen Stabilität von Unternehmen. Die entwickelte Methodik bildet die Grundlage für die Erstellung adaptiver Steuerungsszenarien, die den Bedingungen der dynamischen Entwicklung der IT-Branche und der hohen Volatilität des externen Umfelds entsprechen. Die praktische Bedeutung der Arbeit liegt in der Bereitstellung eines Instrumentariums für Manager und Analysten, das strategische Planung, Investitionsanalysen und das operative Risikomanagement unterstützt. Die wissenschaftliche Neuheit der Untersuchung besteht in der ganzheitlichen Kombination klassischer Bewertungsmodelle mit modernen Simulationsmethoden, was neue Perspektiven für die Weiterentwicklung von Risikomanagementsystemen im IT-Sektor eröffnet.

**Schlüsselwörter:** Risikomanagement, IT-Unternehmen, Fusionen und Übernahmen, Simulationsmodellierung, FTA, ETA, COCOMO, multikriterielle Bewertung, Projektmanagement, wirtschaftliche Stabilität.

### **Einleitung**

Die dynamische Entwicklung der IT-Branche führt zu einer steigenden Nachfrage nach Methoden und Verfahren des Unternehmensmanagements, insbesondere bei der Entwicklung von Softwareprodukten und digitalen Dienstleistungen. Prozesse wie Fusionen und Übernahmen stellen dabei komplexe Herausforderungen dar, da sie nicht nur ökonomische und organisatorische Maßnahmen erfordern, sondern auch eine fundierte Bewertung der Risiken. Die Effizienz von Entscheidungsunterstützungssystemen hängt wesentlich von den eingesetzten Methoden und der Qualifikation der Experten ab, die Investitionsentscheidungen in diesem Bereich treffen.

Bei der Analyse des Zustands von IT-Unternehmen entsteht eine große Menge komplexer Informationen, deren Verarbeitung den Einsatz von Methoden der Datenanalyse und Modellierung erfordert. Ein zentrales Ziel ist die Bestimmung von Indikatoren für die ökonomische und technologische Stabilität unter Berücksichtigung stochastischer Ereignisse und möglicher Risiken.

Die Forschung konzentriert sich daher auf Modelle und Methoden, die eine fundierte Bewertung der Entwicklung von IT-Unternehmen unter Unsicherheit ermöglichen. Besonderes Augenmerk liegt auf den Folgen von Fusionen und Übernahmen sowie auf der Entwicklung von

Ansätzen zur Risikoanalyse, die sowohl qualitative als auch quantitative Kriterien berücksichtigen.

### **Ergebnisse**

Die Entwicklung der IT-Branche erhöht die Nachfrage nach Methoden und Prozessen zur Steuerung von Unternehmen, die Softwareprodukte und digitale Dienstleistungen herstellen. Fusions- und Übernahmeprozesse sowie wirtschaftliche und organisatorische Maßnahmen zur Optimierung und Steigerung der Rentabilität von IT-Unternehmen hängen maßgeblich vom Qualifikationsniveau der Experten und den bei Investitionsentscheidungen eingesetzten Methoden ab. Solche Methoden bestimmen in erheblichem Maße die Effizienz von Entscheidungsunterstützungssystemen. Bei der Bewertung und Analyse des Zustands von IT-Unternehmen entsteht eine große Menge komplexer Informationen, die den Einsatz von Methoden der Data-Mining-Analyse erfordern.

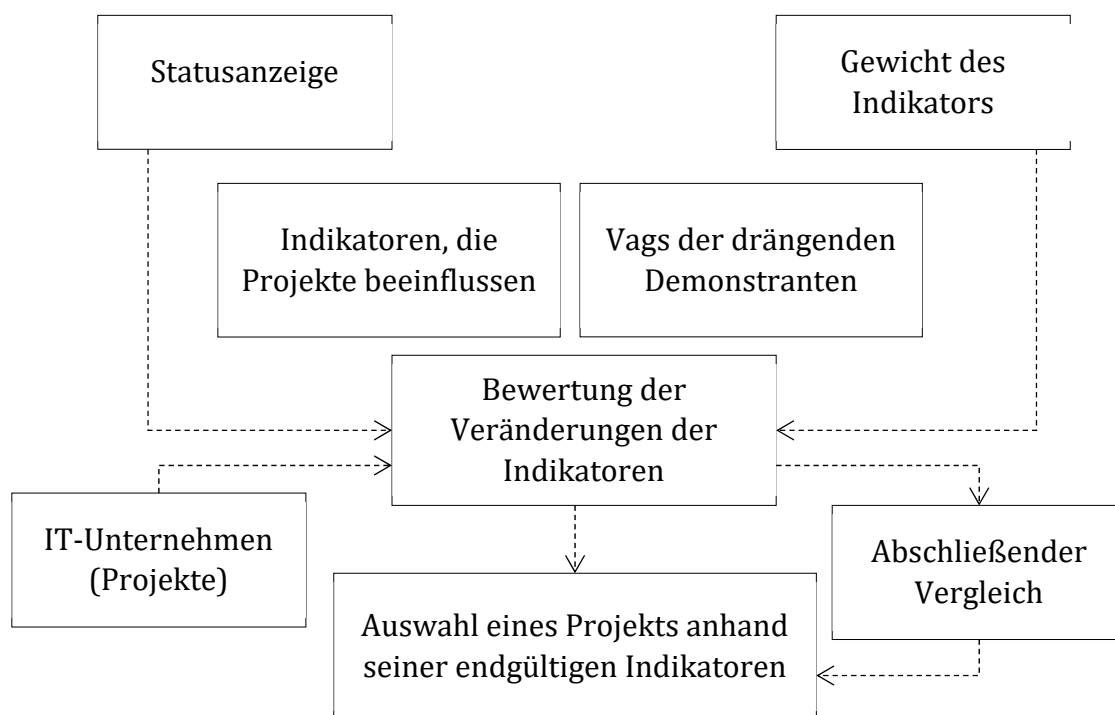
Die Analyse des Fachgebiets ermöglicht eine Formalisierung des Ansatzes zur Bestimmung von Indikatoren für die wirtschaftliche und technologische Stabilität von IT-Unternehmen unter Berücksichtigung möglicher Risiken. Für eine effektive rechnergestützte Verarbeitung der gewonnenen Informationen ist eine kontinuierliche Modellierung möglicher Ausfälle erforderlich – durch den Einsatz geeigneter Werkzeuge und begründeter, quantitativ gewichteter Entscheidungskriterien.

In der Arbeit werden Modelle und Methoden untersucht, die eine Bewertung der Entwicklungsindikatoren von IT-Unternehmen unter Unsicherheitsbedingungen ermöglichen. Besonderes Augenmerk wird auf die Bewertung des Zustands von IT-Unternehmen anhand der Analyse möglicher Folgen von Fusions- und Übernahmeprozessen gelegt. Das Management der Entwicklung von IT-Unternehmen (bzw. -Projekten) unter Bedingungen der Unsicherheit und des Reorganisationsbedarfs (Fusionen und Übernahmen) unter Berücksichtigung des Entscheidungsrisikos stellt ein komplexes und facettenreiches Problem dar [1].

Ein wichtiger Aspekt im Prozess von Fusionen und Übernahmen ist die qualitativ hochwertige Bewertung des Unternehmenswertes und -zustands eines IT-Entwicklungsunternehmens. Es ist bekannt, dass das Hauptziel von Fusionen und Übernahmen die Steigerung des Wertes der durch das Unternehmen geschaffenen Einheiten ist. Der Gesamtwert der fusionierten Unternehmen sollte dabei größer sein als die Summe der Werte der einzelnen Komponenten. Eine Verletzung dieses Grundsatzes ist bei fehlerhafter Risikobewertung des Unternehmenszustands möglich.

Es lassen sich eine Reihe bedeutender wissenschaftlich-technischer Aufgaben identifizieren, die durch Fusions- und Übernahmefethoden in Kombination mit Verfahren zur Wahrscheinlichkeitsabschätzung von möglichen Folgen solcher Transaktionen gelöst werden können. Zur Bewertung des Unternehmenszustands kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz, wie etwa die Analyse der abgezinnten Cashflows (DCF – Discounted Cash Flow), die Vergleichsanalyse von Unternehmen sowie die Bewertung vergangener Transaktionen [1]. Die meisten dieser Methoden basieren auf der Analyse wirtschaftlicher und teilweise technologischer Kennzahlen. Ebenso wichtig ist es jedoch, stochastische Merkmale der untersuchten Objekte zu berücksichtigen und Modelle anzuwenden, die Wahrscheinlichkeiten und Folgen von Veränderungen dieser Indikatoren erfassen können.

Dementsprechend kann die Entscheidungsfindung über den Zustand und das Management von IT-Projekten vorrangig auf Risikoanalyse-Methoden für die Entwicklungsphasen von IT-Systemen gestützt werden [2]. Das Problem einer qualitativ fundierten Entscheidungsfindung über die Tätigkeit analysierter IT-Unternehmen kann auf die Lösung mehrerer Aufgaben zur Bewertung von Finanzflüssen und Wettbewerbskennzahlen zurückgeführt werden (siehe Abbildung 1).



**Abbildung 1. Schema der Informationsbewertung eines IT-Projekts**

Unter dem Begriff Reim im weiteren Sinne versteht man die Zuverlässigkeit der Umsetzung von Gesangsideen für singende Köpfe in Aufgabenstellungen innerhalb einer Stunde. Die stochastischen Bedingungen selbst bedürfen einer Formalisierung und können sowohl eindeutig als auch indirekt anhand von Kriterienparametern beurteilt werden, die für die Umsetzung ihrer Vererbungen charakteristisch sind.

Dabei wird die Bedeutung klarer Indikatoren für die wirtschaftliche Entwicklung meist auf der Grundlage eines ausgewogenen Indikatorensystems (Balanced Scorecard, BSC) [3] deutlich.

Bevor der Wert des Systems angezeigt wird, ist es notwendig: den Wert zu leben; Wettbewerbsfähigkeit; technologische Präsentationen eines aktualisierten Pakets fortschrittlicher Technologien mit den umfassendsten Neuerungen (fortgeschrittene Technologien, zertifizierte Kunden, bekannte Marktführer); Kompetenzniveau.

Eine klare Informationsbewertung erfolgt auf Grundlage der Bewertung von Veränderungen der BSC-Indikatoren, der Aufschlüsselung der Gesamtindikatoren nach verschiedenen Indikatoren und der Suche nach Projekten mit einer maximalen Gesamtkategorie, in denen Gruppen von Demonstratoren gebildet werden.

Alle vorgestellten Indikatoren können nach dem Grad ihrer Verbesserung und der Wahrscheinlichkeit des Erreichens signifikanter Werte (sowohl positiv als auch negativ im wirtschaftlichen Sinne) bewertet und eingestuft werden.

Indikatoren und ihre Eigenschaften werden mithilfe von Rangfolgemethoden und Skalengleichheitsmethoden bewertet, die auf dem Verständnis der Projektreife und der Klassifizierung von Projekten basieren.

Die wichtigsten Klassifikationen von IT-Projekten auf Grundlage der Entwicklung der Geschäftsprozesse des Unternehmens können in Übereinstimmung mit dem entsprechenden Modell des amerikanischen Center for Value and Productivity APQC [4] dargestellt werden, das es ermöglicht, die Geschäftsprozesse eines IT-Unternehmens in mehrere Kategorien zu unterteilen: Konzept und Strategie; Gestaltung und Regulierung; Entwicklung von Produkten und Bereitstellung von Dienstleistungen; Vertrieb und berufliche Entwicklung und Service;

Lieferung und Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen; Leitung von Arbeitsdiensten mit Assistenz- und Unterstützungsdiensten; Aufbau und Verwaltung des Lagers von Einzelhändlern und Personal; Nutzung von Informationstechnologien; Finanzverwaltung; Keruvana mit äußeren Bändern; Wissensmanagement, -erweiterung und -änderung.

Ein weiteres beliebtes Modell zur Klassifizierung von IT-Projekten ist das ENAPS-Modell (European Network for the Acquisition of Promising Projects), bei dem alle Geschäftsprozesse in primäre (Wertschöpfungsgruppen) und sekundäre (Hilfsgruppen) Prozesse unterteilt werden, aus denen dann die Entwicklungsprozesse gestärkt werden.

Die Modelle APQC und ENAPS sind nicht auf Standardniveau gebracht und weisen Verständnisprobleme auf, entsprechen aber hinsichtlich der Gesamtheit der Indikatoren am ehesten der spontanen Struktur von Prozessen, die der Simulationsmodellierung von Entwicklungsprozessen für Projekte in IT-Unternehmen zugrunde liegen. Die in diesen Modellen dargestellten Prozesse können stochastischer Natur sein, daher ist es notwendig, die Gültigkeit ihrer Entwicklungen in Verbindung mit den formulierten Szenarien für die Entwicklung von Projekten zu bewerten.

Um die Wirksamkeit von Mining-Prozessen in IT-Unternehmen zu beurteilen, ist es notwendig:

- Sicherstellung organisatorischer Prozesse zur Erhebung, Verarbeitung und Analyse von Informationen über Unternehmen, die die Analyse und Auswertung von Prognosen und Entscheidungen vor der Gründung neuer Unternehmen erleichtern;

- Sicherstellung der praktischen Umsetzung von Methoden, Modellen und Ansätzen zur Bewertung typischer Kennzahlen von Prozessen in IT-Unternehmen hinsichtlich dynamischer und stochastischer Eigenschaften.

Die Beseitigung von unterschweligen Risikoindikatoren bei der Entwicklung von Szenarien in IT-Unternehmen kann automatisiert werden.

In der Phase der Prozess- und Verfahrensmodellierung in IT-Unternehmen wird das Verfahren zur Bestimmung der Zuverlässigkeitskriterien bestimmter Vorgänge und unter Berücksichtigung der Bedingungen auf der Grundlage rechtlicher Nachweise und Bewertungen abgeschlossen. Experten stellen auch Verbindungen zwischen verschiedenen Phasen und Prozessen her, die im Simulationsphasenmodell analysiert werden, das eine mathematische Formalisierung der Logik der Phasenanalyse im Unternehmen darstellt.

Die größten Ausgaben- und Einnahmeheträge stellen die komplexesten Aufgaben bei der Aufschlüsselung und Auswertung dar. Die Hauptschwierigkeit liegt darin, dass Prozesse miteinander verknüpft werden können, wobei die Besonderheiten der Prozesse den Sinn der komplexen Formalisierung solcher Verknüpfungen darstellen. Ungeachtet der Bedeutung der Methodenkomplexität zur Strukturierung von Prozessen in Unternehmen ist es durchaus möglich, auf Basis der Entwicklung von Modellen für verschiedene Komponenten der Unternehmensstruktur von Unternehmen, eine systematische Analyse der Prozesse in Unternehmen zu ermöglichen.

Die Beseitigung versteckter Risikoindikatoren erfordert eine neue Formalisierung und Algorithmisierung für die Entwicklung automatisierter Funktionen der Informationstechnologie, um die Entwicklung von Unternehmen in den Köpfen der Welt zu unterstützen.

Automatisierte Prozesse zur Bewertung von Risikoindikatoren lassen sich als Abfolge der folgenden Verfahren darstellen:

- Analyse der Arbeit des Unternehmens, der Besonderheiten seiner Entwicklungen, der Fragmentierung von Prozessen und der Abfolge ihrer Schritte;
- Bedeutung der Zuverlässigkeit der Durchführung von Prozessen und Ereignissen, die durch logische aufeinanderfolgende Kausalvererbungstypen miteinander verbunden sind;

- die Bedeutung der Wahrscheinlichkeit, dass sich die auf den Zustrom folgenden Prozesse gemäß einem bestimmten Szenario entwickeln;
- Modellierung von Prozessen mit verschiedenen Modellen in der Reihenfolge: Funktionsbaum → Prozess-/Steuerungsmodelle → IDEF0 → IDEF1X → IDEF3 → FTA → ETA;
- Modellierung durch Methoden der Analyse der vererbten Entwicklung von Prozessen (ABC-Analyse);
- die Bedeutung der Beuteldarstellungen des Rizik.

Um den relativen Wert der Ertragsgewichte zu bestimmen, also den Ertragswert des überwachten IT-Unternehmens, ist es notwendig, FTA-Analysemethoden (Tree-Vidmov) vollständig zu implementieren und die Entwicklung von Szenarien für mögliche Endergebnisse festzulegen – Methoden der Input-Tree-Analyse (ETA).

Eine Vielzahl von Ergebnissen in der FTA werden von einem Experten (einer Expertengruppe) als Ergebnis einer formalisierten Analyse des Status von IT-Unternehmen auf der Grundlage von Methoden der Transfer- oder Rankingbewertung ermittelt [57]. In diesem Fall ist es wichtig, dass die Anzahl der sichtbaren Ausgaben zur Identifizierung der wichtigsten kritischen Parameter der Anlagen verwendet wird und effektiv zu den Indikatoren auf der Ebene der IT-Unternehmen beitragen kann.

Um eine Lösung für das Risiko zu erreichen, kann der laufende Betrieb in IT-Unternehmen auf einer Kombination aus technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Ansätzen basieren, die die Entwicklung von Projekten innerhalb der Parameter eines günstigen Risikos ermöglichen.

In diesem Fall wird der Prozess der Entscheidungsunterstützung offensiv formalisiert:

- es besteht Spielraum für alle möglichen Entscheidungen, unterbrochen von angenehmen Riziku-Darbietungen. Darüber hinaus werden die Werte bestimmter Zwischenmerkmale (wie etwa zulässige Überschussakkumulation, Gewinn, strategisches Risiko) festgelegt. In diesem Fall muss man verstehen, dass die in Unternehmen implementierten Prozesse sehr dynamische Eigenschaften haben, sodass die Funktion des Riziku die Funktion der Stunde ist. Je länger also der Zeitraum bis zur Fertigstellung der Projektfunktionen ist, desto größer ist das Risiko von Verschwendung aufgrund nicht bestätigter Aufträge und der Nichterreicherung der gesetzten Ziele.
- Unter den möglichen Entscheidungen, die in einer Vielzahl aller Vorschläge für die Entwicklung des Unternehmens zum Ausdruck kommen, ist es notwendig, Operationen auf der Suche nach rationalen Lösungen im Pareto-Raum durchzuführen. Die Auswahl rationaler Entscheidungen basiert auf der Suche nach Szenarien kontinuierlicher Bewegung entlang der Linien eines orientierten Graphen, der bis zu den Wurzeln von FTA-Bäumen und miteinander in Wechselwirkung stehenden Bäumen reicht. ETA-Bäume unter Verwendung von Methoden, die den genauesten Zugriff auf die Pareto-Front gewährleisten;
- eine Neuentwicklung der Idee hinter dem Szenario der Nachfolge-Darstellungslanzette zu den entsprechenden Durchgängen über die Mühlen vom Eingangsgeschoss im Ansichtsbaum entlang der Baumschenkel und weiter vom „Obergeschoss“ der FTA zur Begradigung der ETA bis zum Ende wird ein wertvolles Erbe werden;
- Bewegungen durch die „ETA-Zone“ entlang der Stifte, die als führende Zuflüsse für den Prozess angezeigt werden, der während solcher Zuflüsse realisiert wird. Zur mathematischen Modellierung der Prozessentwicklung und zur Analyse der wirtschaftlichen Folgen einer solchen Entwicklung werden eine Reihe von Cashflow- und Gewinnindikatoren berechnet.
- Die Sortierung der verschiedenen Szenarien nach Risikoindikatoren aus der Reihenfolge, die durch die von Experten ermittelten Signifikanzkoeffizienten für die Erfolge angegeben wird, ermöglicht die Konsolidierung der Sammlung mehrerer Szenarien, was

unangenehm ist [58]. Somit werden alle anderen Szenarien zur Grundlage für die Suche nach der Pareto-Front und die Erstellung einer Sammlung alternativer optimaler Lösungen.

- wenn im Freihandelsabkommen zur Umsetzung der relevanten Bedeutungskoeffizienten Ausstiegsschritte und bewachte Einstiege verstärkt werden, deren Umsetzungswahrscheinlichkeit den größten Einfluss auf das Risiko hat. Für alle ähnlichen Szenarien können Verzögerungen, verspätete Einträge, aufeinanderfolgende Prozesse, mögliche Überläufe oder Einnahmen mit den größten Zuflüssen berechnet werden. Wenn die Gewinnrückgewinnung die Kostenrückgewinnung für die angestrebten Werte nicht übersteigt, ist ein solches Szenario nicht angenehm.

Bei der Betrachtung der Methode zur Analyse möglicher Systeme eines IT-Unternehmens (oder Projekts) werden alle Informationsverarbeitungsprozesse in drei Bereiche unterteilt: den Bereich des „Ansichtsbaums“ (FTA); Der Bereich „Tree Tree“ (ETA) ist der Szenariobereich.

Im Bereich der „Ansichtsbäume“ werden durch eine untere Analyse die kausalen und erblichen logischen Zusammenhänge der Ansichten bzw. der Umsetzung von Ausgabeereignissen (Quellereignissen) hergestellt, die es ermöglichen, die Zuverlässigkeit der Umsetzung der „oberen Flüsse“  $P_i$  zu berechnen. Anschließend wird die oberste Schicht der Haut mit der berechneten Genauigkeit ihrer Implementierung auf den Bereich abgebildet, der als „Baum des Baums“ (ETA) bezeichnet wird.

Im Bereich des „Baums“ wird durch die anfängliche Analyse die Verbindung zwischen der Strömungsmühle und einem beliebigen Zufluss  $V_i$  hergestellt, wodurch eine binäre Zerlegung hinsichtlich der Umsetzung dieses Zuflusses bzw. Zuflusses in die Umsetzung eingeführt wird. Die Zuverlässigkeit der Zustromdurchführung kann dabei auch als „oberste Etage“ des untergeordneten Artenbaums bezeichnet werden. Die unterste Ebene solcher Bäume sind die Endzweige, die für ihre  $\Phi_i; M_i$ -Indikatoren bekannt sind. Der Indikator  $\Phi_i$  enthält die Struktur klarer (semantischer) Indikatoren für die Entwicklung eines Unternehmens (Projekts) und viele Indikatoren für die Glaubwürdigkeit der Leistung eines solchen Unternehmens. Der Indikator  $M_i$  zeigt die finanziellen (wirtschaftlichen) Aktivitäten des  $i$ -ten Entwicklungsszenarios.

Im Bereich der Szenarien werden gegenseitige Ähnlichkeiten zwischen dem Skin-Szenario und den auf Basis der Vergangenheit oder Gegenwart getroffenen Entscheidungen hergestellt und die Experten schätzen die möglichen Gewinne und Verluste solcher Entscheidungen ab (den Spillover-Effekt). Dadurch lässt sich der Wert der gewonnenen Mischung und der daraus erzielte Gewinn berechnen. Die gewonnenen Ergebnisse ermöglichen eine ganzheitliche Analyse der Pumpstationen und eine Aussage über die Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit ihrer Leistungen. Solche Daten sind aufgrund einer Reihe von Indikatoren für die Zuverlässigkeit und Rentabilität des Erbes „wichtig“ und können nach verschiedenen Kriterien sortiert werden, was eine Analyse und das Finden der rationalsten Entscheidung ermöglicht. Offensichtlich sind alle Szenarien, deren beabsichtigte Risiken die Grenzen überschreiten und nicht zu akzeptablen Lösungen für die Umsetzung gebracht werden können, daran schuld, dass sie aus den Prozessen, die in Unternehmen entstehen, ausgeschlossen werden [7].

Die Grundlage für die Bewertung von Risikoindikatoren basiert auf den folgenden Grundsätzen:

- Die Finanzierung und Verteilung des Unternehmens ist nicht sinnvoll, da die Erzielung von Gewinnen aus seiner Tätigkeit den angesammelten Überschuss, der sich aus Änderungen des Zustands von IT-Unternehmen im Verlauf der Entwicklungslebenszyklen ergibt, nicht übersteigt;
- Entscheidungen bezüglich der Geschäftsführung eines IT-Unternehmens, die darauf abzielen, das Risiko der Verschwendung erhöhter Gewinne bei der Führung des Unternehmens zu verringern und es optimal zu gestalten;

- Es ist notwendig, alle möglichen Risiken und Bedrohungen abzudecken.

Ein Beispiel für die Analyse der Entwicklung von Ansätzen in IT-Unternehmen bei Investitionsentscheidungen und Planungen ist in Abb. 5.4 dargestellt [8].

Die Kombination von Methoden zur Bewertung von Risikofaktoren mit Methoden zur Analyse des Erbes ermöglicht die Synthese nachahmender Modelle der Entwicklungsphasen von IT-Unternehmen, die die Verbindungen zwischen diesen Unterteilungen in den Prozessen des Unternehmens, ihren Eingaben und Vererbungen aus solchen Untergruppen offenlegen, die bewertet und geordnet werden können, um eine gleichwertige Analyse durchzuführen.

Es lässt sich bestätigen, dass es ohne eine klare Risikobewertung unmöglich ist, Abbau- und Polierverfahren für die Vision der Zielunternehmen festzulegen.

Bei der Entscheidungsfindung in IT-Unternehmen ist es so weit wie möglich erforderlich, den Zeitrahmen für die Erledigung der Aufgabe abzuschätzen. Die Komplexität der Endphase des Projekts ist eine stochastische Größe, die maßgeblich in die gewählten Risikoindikatoren einfließt.

Heutzutage gibt es keine Modelle zur genauen Bestimmung des Entwicklungszeitpunkts, was auf sich ständig ändernde Faktoren und ständig verbesserte Technologien und Softwareentwicklungstools zurückzuführen ist.

Allerdings kann man sich bei der Abschätzung der Entwicklungszeit im Rahmen von Projekten, für Expertenaufgaben und andere Faktoren auf Informationsmodelle und Methoden stützen.

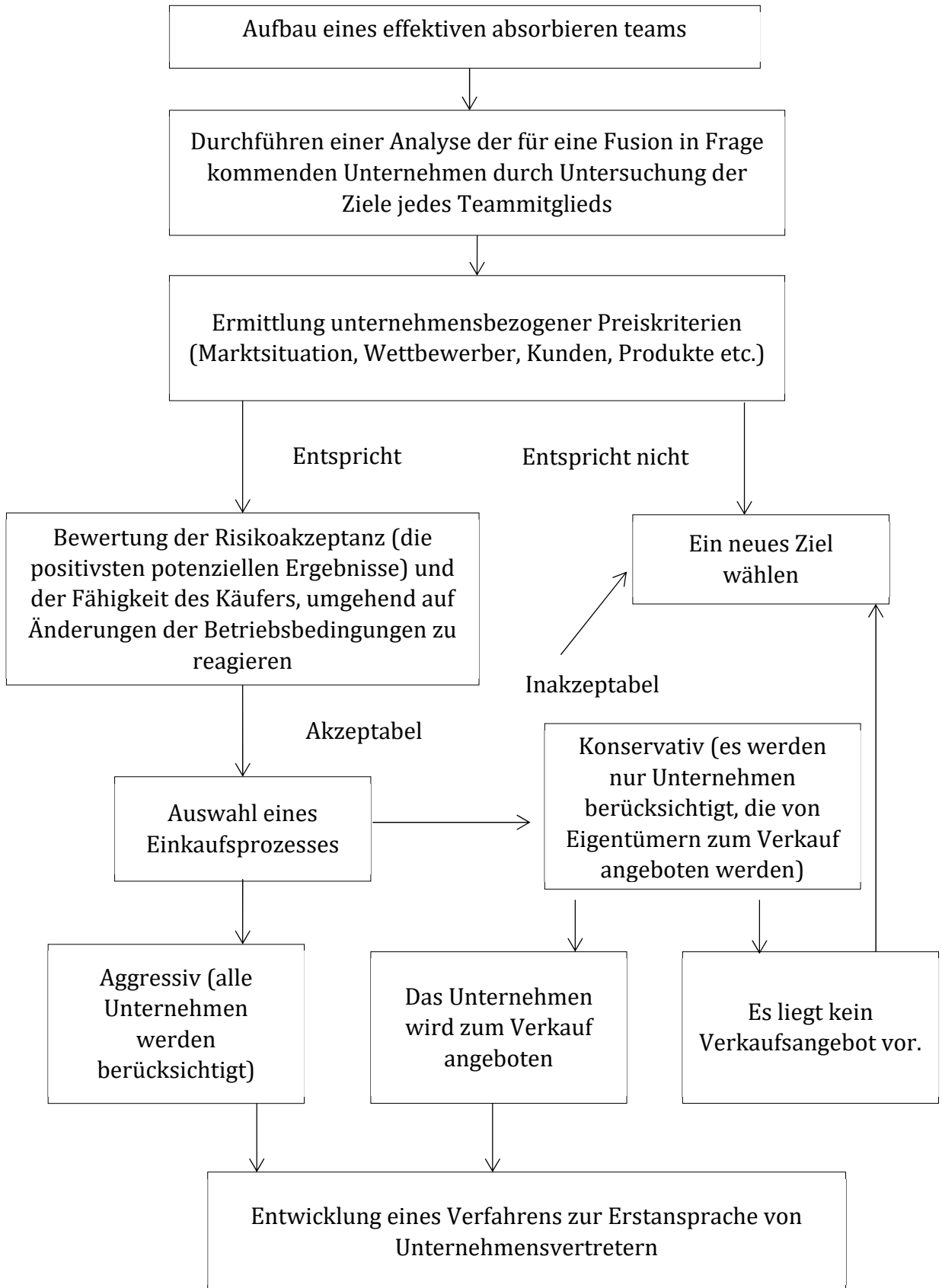
Das vielversprechendste Modell, das zur schnellen Beurteilung der Bedeutung von Designprojekten verwendet werden kann, ist das COCOMO-Modell (Constructive Cost Model) und seine Modifikationen [9].

Die auf dem COSOMO-Modell basierenden Funktionen ermöglichen die Entwicklung aller verschiedenen Aspekte der Wasserfall- und MBASE/RUP-Lebenszyklusmodelle sowie die Unterstützung von Projekten, die durch eine Risikobewertung ergänzt werden können.

Um die Leistung von Projektentwicklungen innerhalb einer gegebenen Genauigkeit abzuschätzen, übermittelt das COCOMO-Modell eine detaillierte und ausführliche Beschreibung des Projekts. Dies erschwert die Auswahl der Funktionen in den ersten Entwicklungsphasen erheblich und stellt die Genauigkeit der Bewertungen in früheren Phasen sicher, insbesondere bei der Analyse der Endphase des Projekts.

Beim korrekten COCOMO-Modell wird die Genauigkeit der Schätzungen durch die sorgfältige Auswahl der Merkmale der spezifischen Implementierung des COCOMO-Modells und die Art der Anpassung der Eingabedaten beeinflusst.

Der Einsatz hybrider Methoden algorithmischer und nicht-algorithmischer Bewertungsmethoden verbessert die Effektivität von Bewertungen, erschwert jedoch die Bildung von Bewertungsmodellen. Mithilfe algorithmischer Bewertungsmodelle können Experten das Projekt analysieren und den Wert der Bewertungen bestimmen.



**Abbildung 2. Reihenfolge der Auswahl von Kandidatenunternehmen für das Risikomanagement**

Das COCOMO-Modell verfügt über drei Hauptvarianten, die auf die Entwicklung von drei Phasen des Lebenszyklus der Produktentwicklung ausgerichtet sind: Basic (Basic), das in der Entwicklungsphase der Spezifikation festgelegt wird; Erweiterung von Vimog (Intermediate), die nach der Erweiterung von Vimog auf PP stagniert; Fortschrittlich, was durch den fertigen Entwurf des PZ bestätigt wird. Im Allgemeinen basieren diese Modelle auf den folgenden Ebenen:

$$E=a \cdot S^b \cdot EAF,$$

E – Ausgaben für das Projekt (in Personenmonaten);

S – Codegröße (in KLC);

EAF – Kostenanpassungsfaktor (effort adjustment factor);

a i b – Parameter, die von den Funktionen und dem Zweck der zu entwickelnden Anwendung abhängen.

In der Basisversion wird der EAF-Faktor gleich eins angenommen. Im erweiterten Modell werden tabellarische Daten mit einer Reihe von Parametern verwendet, die die Kosten der Projektimplementierung bestimmen, um diesen Faktor zu quantifizieren.

Bei der Verwendung erweiterter Versionen der Modelle werden zunächst Schätzvorgänge auf der Ebene einzelner Komponenten durchgeführt, wonach jeder Kostenparameter für alle Phasen des Software-Lebenszyklus (SLC) geschätzt wird.

Die modifizierte Version des COCOMO-Modells (COCOMO II) besteht aus drei Modellen: dem Application Composition Model (ACM); Modelle der Anfangsphasen der Entwicklung: Early Design Model (EDM) und postarchitektonisches Modell: Post Architecture Model (PAM). Das ACM-Modell wird häufig für die Gestaltung von Benutzeroberflächen verwendet.

Das EDM-Modell auf hoher Ebene dient dazu, die Durchführbarkeit der Verwendung bestimmter Hardware- und Softwaretools während des Projektentwicklungsprozesses zu bewerten.

PAM ist das detaillierteste Modell, das verwendet wird, wenn das Projekt vollständig entwicklungsbereit ist. Um die Kosten einer Software mit PAM abzuschätzen, ist ein Paket zur Beschreibung des Projektlebenszyklus erforderlich, das vollständige Informationen zu den Kostenfaktoren enthält und eine genauere Schätzung ermöglicht. PAM wird während der eigentlichen Entwicklungs- und Supportphase des Projekts verwendet. Zur Größenschätzung können sowohl Codezeilen als auch Funktionspunkte mit Modifikatoren verwendet werden, die die Codewiederverwendung berücksichtigen. Das Modell verwendet 17 Kostenfaktoren und 5 Faktoren, die den Umfang des Projekts bestimmen (im SOSOMO-Modell wird der Umfang durch die Parameter des Anwendungstyps bestimmt).

Betrachten wir sechs Methoden zur Bestimmung von Indikatoren für die Ausführungsdauer und Finanzprozesse, die es uns ermöglichen, Gewichtungsfaktoren für die Bewertung von Risiken in IT-Projekten festzulegen, und zwar: die Expert Judgment-Methode; Drei-Punkt-Schätzmethode; Methode zur Bewertung der Kosten der Qualität; Analoge Schätzmethode; Parametrische Modellschätzmethode; Bottom-up-Schätzmethode.

Bei der Methode der Expertenbewertung unter Einbeziehung von Experten wird eine Gruppe von Experten einbezogen, die ein „Brainstorming“ durchführen und dank Kreuztabellen das Problem der Subjektivität der Schlussfolgerungen teilweise ausschließen. Experten treffen Annahmen zu den Schätzungen. Anschließend werden alle Vorschläge in der Diskussion zu einer gemeinsamen Entscheidung zusammengeführt. Die Einbeziehung von Experten in die Diskussion von Optionen und die Lösung von Widersprüchen ist in der Regel effektiver und führt zu einer genaueren, begründeteren und geprüfteren Bewertung.

Bei der Drei-Punkte-Bewertungsmethode werden zunächst Bewertungen auf drei Ebenen ermittelt: optimistisch (O – Optimistisch), pessimistisch (P – Pessimistisch) und realistisch (M

– Mittel). Die Werte von O, M und P werden von Experten (in Stunden oder Kosten) beispielsweise auf Grundlage von Diskussionen innerhalb des Projektteams festgelegt. Hierzu werden entsprechende Fragebögen eingesetzt. Als nächstes werden die erhaltenen Werte von O, M und P in die Formel eingesetzt:  $(O + 4 M + P) / 6$ . Die Berechnungsergebnisse ergeben eine durchschnittliche Schätzung. Diese Formel ermöglicht es einerseits, die möglichen positiven und negativen Folgen der Entwicklung von Szenarien zu berücksichtigen, andererseits deren Auswirkungen zu nivellieren und einen realistischeren Bewertungswert zu erhalten.

Bei der Cost-of-Quality-Methode werden zunächst Zeit und Budget für die Entwicklung nur der Funktionalität geschätzt, ohne das Vorhandensein möglicher Fehler und Probleme zu berücksichtigen. Anschließend wird der zusätzliche Zeit- und Kostenaufwand zum Beheben von Mängeln und Fehlern geschätzt, um die Software ihrem Idealzustand näher zu bringen. Bei der Schätzung der Kosten der Softwarequalitätssicherung werden folgende Faktoren analysiert und berücksichtigt: Kosten für Maßnahmen zur Fehlerverhütung; Kosten der Tests; Korrektur interner Fehler; Behebung externer Integrationsprobleme.

Bei der analogen Bewertungsmethode werden Erfahrungen aus der Lösung ähnlicher Aufgaben oder Projekte herangezogen.

Die parametrische Modellschätzmethode ist eine der genauesten und flexibelsten Schätzmethoden. Sein Kern besteht darin, ein Modell zur Vorhersage von Parametern und Indikatoren unter Verwendung verfügbarer Daten und Metriken zu erstellen. Tatsächlich handelt es sich dabei um ein spezielles mathematisches Modell, mit dem Sie die Veränderung des Endergebnisses in Abhängigkeit von den Anfangsparametern verfolgen können.

Die Methode der Teil-Gesamt-Bewertung ähnelt der Methode der Expertenbewertung, nur dass hier die Prognose nicht für das gesamte Projekt als Ganzes, sondern für seine Komponenten erstellt wird. Die erhaltenen Schätzungen werden zusammengefasst, der Zeitaufwand für die Interaktion hinzugerechnet und unter Berücksichtigung zusätzlicher Risiken eine gemeinsame Prognose erstellt.

### **Schlussfolgerungen**

Die in diesem Artikel betrachteten Modelle und Methoden ermöglichen es uns, die Indikatoren der IT-Projektentwicklung und der IT-Unternehmensentwicklung unter Unsicherheitsbedingungen zu bewerten.

Der Artikel stellt einen Ansatz zur Beurteilung des Zustands und der Entwicklung von IT-Unternehmen unter unsicheren Bedingungen vor, mit Schwerpunkt auf Fusionen und Übernahmen. Es wird die Verwendung von Simulationsmodellen, stochastischen Analysemethoden sowie Risikobewertungstools basierend auf Ereignisbäumen (ETA) und Fehlerbäumen (FTA) vorgeschlagen. Es wurde nachgewiesen, dass es möglich ist, Entscheidungsprozesse unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, technologischer und zeitlicher Indikatoren zu formalisieren, was eine Steigerung der Wirksamkeit von Managementstrategien ermöglicht. Die Verwendung von Modellen vom Typ COCOMO und multikriteriellen Bewertungsmethoden ermöglicht eine genauere Prognose der Kosten, Dauer und Durchführbarkeit der Implementierung von IT-Projekten. Der vorgeschlagene umfassende Ansatz ermöglicht eine sinnvolle Bestimmung akzeptabler Risikoniveaus und die Erstellung optimaler Entwicklungsszenarien für Unternehmen in Transformationsphasen.

### **Verweise**

1. Нечаєва І.А., Дьордій Є. А. Управління ризиками підприємства в секторі ІТ-послуг як інструмент підвищення його конкурентоспроможності. Ефективна економіка. 2018. № 12.
1. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2018\\_12\\_67](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2018_12_67).
2. Кері Д. Дж., Адамсон Х. Р. Управління ризиками в бізнесі. Інтернаука. 2019. URL : <https://www.google.com/search?client=avast-a-1&q>.

3. Луців О. Ризик-менеджмент як інструмент управління господарським ризиком у фармації. Галицький економічний вісник. Економіка та управління національним господарством. 2014. Т. 45, № 2. С. 23–26.
4. APQC Process classification framework (PCF): Version 7.0.4. 2016. April. URL: <http://www.apqc.org/pcf>.
5. Ramzaev M. Ocenka stoimosti IT- compay: nadejnie metody// Analiticheskyi portal CNews. URL: <http://www.cnews.ru>, доступ 16.03.2014
6. Skarga-Bandurova I., Derkach M., Kotsiuba I. The Information Service for Delivering Arrival Public Transport Prediction. The 4th IEEE International Symposium on Wireless Systems within the International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS-SWS). 20-21 September, 2018, Lviv, Ukraine. pp. 191-195.
7. Мостенська Т. Л., Скопенко Н. С. Ризикменеджмент як інструмент управління господарським ризиком підприємства. Вісник Запорізького національного університету. 2010. № 3(7). С. 74–79.
8. Татарченко Є. С. Оцінка стану та визначення показників ризику ІТ компаній при злиттях та поглинаннях / Є. С. Татарченко, В. О. Лифар // Математичне моделювання в економіці. – 2019. – № 4. – С. 84–94.
9. 9.Sharman G. Agile COCOMO II [Електронний ресурс] / G. Sharman. – CSE Annual Research Review – 2013. March 17–21. – Режим доступу: <https://www.academia.edu/28931747>