**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Бизнес-школа

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика (ФГОС ВО 3++)

**КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

|  |
| --- |
| **По дисциплине** |
| Основы управления и проектирования на предприятии |

|  |
| --- |
| **Тема курсового проекта** |
| Планирование ресурсов и расчет финансовых результатов деятельности производственной организации |

Студент

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Группа** | **ФИО** | **Подпись студента** | **Дата сдачи КП** |
| 0В21 | Дзебан Арсений Андреевич |  |  |

Руководитель курсового проекта

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ФИО** | **Ученая степень,**  **звание** | **Подпись** | **Дата защиты КП** |
| доцент | Рождественская Е.М. | к.э.н., доцент |  |  |

Выполнил и защитил с оценкой

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Группа** | **ФИО** | **Оценка** | **Подпись руководителя КП** |
| 0В21 | Дзебан Арсений Андреевич |  |  |

Члены комиссии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ФИО** | **Ученая степень,**  **звание** | **Подпись** |
| доцент | Рождественская Е.М. | к.э.н., доцент |  |
| доцент | Жаворонок А.В. | к.э.н. |  |

Томск – 2025 г.

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Бизнес-школа

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика (ФГОС ВО 3++)

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение курсового проекта**

Студенту

|  |  |
| --- | --- |
| **Группа** | **ФИО** |
| 0В21 | Дзебан Арсений Андреевич |

Тема курсового проекта

|  |
| --- |
| Планирование ресурсов и расчет финансовых результатов деятельности производственной организации |

|  |  |
| --- | --- |
| Срок сдачи студентом выполненной работы |  |

**Задание:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Исходные данные к работе** | 1. Официальный сайт ИФНС  2. Официальный сайт Центробанка  3. Официальный сайт Минфина  4. Учебные пособия  5. Исходные данные кейса |
| **Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов** | 1.Определите состав и величину инвестиционных затрат по проекту.  2.Какие еще виды затрат, кроме указанных в описании, можно отнести к инвестиционным?  3.Рассчитайте производственно-сбытовые затраты по проекту, определите себестоимость в расчете на единицу продукции и по годам расчетного периода проекта.  4.Проведите расчеты выручки от продажи продукции проекта, основываясь на прогнозах продаж и конъюнктуре цен.  5.Назовите факторы окружающей среды проекта, которые могут повлиять на величину выручки от реализации продукции.  6.Проведите расчеты денежных потоков поступлений и выплат за весь период реализации проекта.  7.Как вы оцениваете жизнеспособность проекта по результатам прогноза денежных потоков? Какой показатель является критерием экономической целесообразности проекта на данном этапе его оценки?  8.Проведите расчеты показателей эффективности проекта методами статической оценки. Охарактеризуйте полученные значения. Насколько полно эти показатели характеризуют инвестиционную привлекательность проекта?  9.Рассчитайте дисконтированные показатели эффективности проекта. С каких позиций они характеризуют проект? Объясните наличие возможных противоречий между ними.  10.На основании проведенных расчетов показателей эффективности определите экономическую целесообразность и инвестиционную привлекательность реализации проекта. |

**Задание выдал руководитель**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ФИО** | **Ученая степень, звание** | **Подпись** | **Дата** |
| доцент | Рождественская Е.М. | к.э.н., доцент |  |  |

**Задание принял к исполнению студент**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Группа** | **ФИО** | **Подпись** | **Дата** |
| 0В21 | Дзебан Арсений Андреевич |  |  |

|  |
| --- |
| **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  высшего образования  **«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**  **ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»** |

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**

**выполнения курсового проекта**

|  |  |
| --- | --- |
| по дисциплине | Основы управления и проектирования на предприятии |
| ООП подготовки | бакалавров |
| направления | 01.03.02 Прикладная математика и информатика |
| на период | весеннего семестра 2024/2025 учебного года |
| Руководитель | Рождественская Е.М. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Дата контроля** | **Вид работы (аттестационное мероприятие)** | **Максимальный**  **балл** |
| **Текущий контроль в семестре** | | 40 |
| 01.03.2025 | Определение темы и составление плана КП | 20 |
| 01.04.2025 | Подбор литературы и фактического материала | 10 |
| 01.05.2025 | Написание чернового варианта КП | 10 |
|  |  |  |
| **Промежуточная аттестация** | | 60 |
| Конференц-неделя 2 (КТ 2) | Защита курсового проекта | 60 |
| **Итого баллов по результатам работы в семестре и аттестационным мероприятиям** | | **100** |

**Составил**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ФИО** | **Ученая степень, звание** | **Подпись** | **Дата** |
| Доцент | Рождественская Е.М. | к.э.н., доцент |  |  |

**Согласовано**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Должность** | **ФИО** | **Подпись** | **Дата** |
| И.о. руководителя ОЭОП | Попова С.Н. |  |  |

**Введение**

Современные агропромышленные предприятия сталкиваются с необходимостью оптимизации ресурсов, в частности – водопользования. Разрабатываемый проект внедрения системы машинного обучения для автоматизации полива направлен на снижение затрат и повышение урожайности. Однако перед его реализацией требуется комплексная оценка инвестиционной привлекательности, учитывающая как потенциальную доходность, так и сопутствующие риски.

**Целью** курсового проекта ставится оценка инвестиционной привлекательности проекта по улучшению производственного процесса.

Задачи курсового проекта:

1. Обоснование методики оценки инвестиционной привлекательности проекта
2. Определение, оценка и интерпретация финансовых показателей проекта
3. Формулировка инвестиционных рекомендаций с позиции инвестора:

Выполнение курсового проекта позволяют определить оптимальную инвестиционную стратегию, а также целесообразность финансирования

# Задание на курсовое проектирование

* 1. **Готовый кейс в соответствии с вариантом (№7)**

В лаборатории Томского политехнического университета изучают возможности внедрения машинного обучения для оптимизации полива на сельскохозяйственных фермах. Текущая система полива ручная и приводит к перерасходу воды и неравномерному орошению, что снижает урожайность. Профессор вместе с двумя студентами обдумывают возможность начать инновационный проект, ориентированный на организацию производства данного изобретения.

Стоимость разработки системы машинного обучения для оптимизации полива на фермах составляет X тысяч рублей и представлены в таблице 1 по вариантам, включая оформление интеллектуальной собственности на ПО.

Таблица 1. Затраты на разработку системы машинного обучения для оптимизации полива на фермах, тыс.рублей

|  |  |
| --- | --- |
| **Номер варианта** | **Затраты на разработку, тыс.рублей (Х)** |
| 7 | 14200 |

Команда предполагает, что предприятие займет стабильное финансовое положение, рентабельность активов от текущей деятельности по их расчетам должна составить в среднем 20%. Профессор предполагает привлечь к продвижению данной продукции своего коллегу (технического директора), имеющего опыт продвижения данной продукции на рынок. Профессор пообещал своему коллеге 5% от доли компании в качестве опциона в случае достижения прогнозируемого ниже объема выручки.

Проведенный технологический бенчмаркинг аналогичных решений дает следующий прогноз реализации на первые три года освоения рынка (см. табл. 2).

Таблица 2. План продаж, шт

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер варианта** | **1 год реализации**  **Прогнозируемые объемы продаж, шт** | **2 год реализации**  **Прогнозируемые объемы продаж, шт** | **3 год реализации**  **Прогнозируемые объемы продаж, шт** |
| 7 | 60 | 65 | 75 |

Опыт деятельности предприятия показывает, что цена на подобное технологическое решение в среднем может составить **Y1** рублей (см.табл 3). Со второго года прогнозируется появление на рынке конкурентов, что вынудит снизить исходную цену на 5%, но позволит сохранить планируемые объемы реализации. Цена ежемесячного обслуживания системы машинного обучения для оптимизации полива на фермах в среднем может составить **Y2** рублей (см.табл 3).

Таблица 3. Средняя цена внедрение системы машинного обучения для оптимизации полива, руб за шт

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер варианта** | **Средняя цена внедрения системы машинного обучения для оптимизации полива, тыс руб за шт (Y1)** | **Цена ежемесячного обслуживания системы машинного обучения для оптимизации полива, тыс. руб за шт (Y2)** |
| 7 | 660 | 150 |

Для организации разработки технологических решений оптимизации полива планируется приобрести технологическое оборудование общей стоимостью **А** тысяч рублей и понадобятся оборотные средства в размере **B** тысяч рублей до выхода в точку прибыли. Предприятие планируется организовать на арендуемых площадях. При этом арендная плата составит **C** тысяч рублей в месяц (см табл 4).

Таблица 4. Затраты на организацию производства, тыс рублей

| **Номер варианта** | **Стоимость технологического оборудования (A)** | **Оборотные средства (B)** | **Арендная плата (C)** |
| --- | --- | --- | --- |
| 7 | 660 | 160 | 130 |

Для разработки системы оптимизации полива необходимы следующие затраты (см табл 5):

* основная зарплата персонала — **W1** рублей/шт.;
* накладные расходы — **E** тысяч рублей в год;
* оплата коммерческого и управленческого персонала — **W2** рублей за единицу реализованной продукции.

Таблица 5. Производственно-сбытовые затраты

| **Номер варианта** | **Основная заработная плата персонала (W1), тысяч рублей в год (без социального страхования)** | **Накладные расходы (E), тысяч рублей в год** | **Оплата коммерческого и управленческого персонала (W2), тысяч рублей в год (без социального страхования)** |
| --- | --- | --- | --- |
| 7 | 160 | 2100 | 57 |

В последний год проекта планируется продать технологическое оборудование по остаточной стоимости. Размер амортизационных отчислений определяется из условий эксплуатации оборудования в течение пяти лет. Величина отчислений во внебюджетные фонды составляет 30,2%.

В расчет принимается **только** налог на прибыль в размере, установленном законодательными актами на период выполнения расчетов по проекту (на настоящий момент — 25% от налогооблагаемой прибыли). НДС в расчетах не участвует, т.к. это косвенный налог.

Все инвестиции предполагается провести на предынвестиционной стадии проекта до начала производства новой продукции.

Для осуществления производственной деятельности необходимо определить состав и величину производственно-сбытовых затрат, формирующих себестоимость выпускаемой продукции. При этом выделить две группы затрат: переменные и постоянные. Общая величина затрат на производство и сбыт продукции формирует полную себестоимость, которая может быть рассчитана на единицу и на объем выпуска продукции по годам расчетного периода проекта.

Для определения доходной части проекта рассчитывается выручка от реализации продукции как произведение цены за единицу продукции на объем продаж в количественном выражении. Цена продукции предполагает стоимость внедрения ПО и стоимость обслуживания по договору после установки ПО ежемесячно в течение 3 лет. Цена первого года проекта устанавливается в размере средней цены на рынке (см табл 3). По результатам маркетингового прогноза со второго года проекта предполагается появление на рынке конкурентов с аналогичной продукцией. Для сохранения планируемого объема продаж предприятие предполагает снизить исходную цену на 5% и сохранить эту величину на второй и третий год реализации проекта.

На основе проведенных оценок инвестиционных единовременных затрат, текущих производственно-сбытовых затрат и выручки от продажи реализованной продукции составляется план денежных потоков, который отражает реальные поступления и выплаты денежных средств по проекту, осуществляемые в установленные интервалы времени, в данном проекте — по годам расчетного периода.

Расчет показателей плана денежных потоков проводится по видам деятельности, которые осуществляет каждое предприятие — операционной, инвестиционной и финансовой. Разница между поступлениями и выплатами формирует чистый денежный поток — сальдо реальных денежных средств. В таблице денежных потоков поступления отражаются в виде положительной величины, а выплаты денежных средств — в виде отрицательной величины.

При расчете показателей денежного потока необходимо учесть налоговые выплаты. В данном проекте учитывается только налог на прибыль. Налогооблагаемая прибыль рассчитывается как разница между поступлениями (выручкой) по проекту и выплатами (себестоимостью продукции). Чистая прибыль рассчитывается как разность между налогооблагаемой прибылью и налогом на прибыль.

Отдельной строкой в плане денежных потоков выделяется величина амортизационных отчислений. Это связано с тем, что эти средства реально не покидают предприятие, а формируют амортизационный фонд, который может быть использован в дальнейшем как источник для финансирования инвестиций. Сумма чистой прибыли и амортизационных отчислений и формирует чистый денежный поток по проекту, т. е. тот доход, который и остается в распоряжении предприятия.

Показатели, которые используются для расчета денежных потоков, являются исходной информационной базой для оценки коммерческой эффективности проекта.

Экономический эффект на ранних стадиях проработки проекта оценивается путем анализа следующих показателей: критического объема производства (точки безубыточности, **DEP**), рентабельности инвестиций (**ROI**), срока окупаемости (**PP**).

Оценка экономической эффективности в динамике предполагает расчет и анализ следующих показателей:

* чистой текущей стоимости,
* индекса доходности,
* дисконтированного срока окупаемости,
* внутренней нормы рентабельности проекта.

Для расчета этих показателей нужно определить минимально требуемую норму доходности (норму дисконта — R), которую должен приносить проект, по мнению инициаторов или предполагаемых инвесторов проекта. Эта норма дисконта может учитывать величину риска по проекту. На окончательном этапе оценки готовится **аналитический текст курсовой работы** по всем рассчитанным показателям эффективности, выявляются возможные противоречия между ними и делается **заключение** о целесообразности реализации проекта.

1. **Используемая методология**
   1. **Специфика инвестиционного проекта**

Предоставленный проект, вообще говоря, находится на пересечении сразу нескольких областей – а именно: работа с IoT-системами, разработка ПО, водопользование в аграрном секторе. Разберем каждую категорию и сопряженные риски подробнее:

* IoT (Internet of Things) – системы в агропромышленном предприятии обладают рядом проблем – большие капитальные затраты на сами модемы (Thilakarathne et al. 2025) (умные датчики, системы полива). Помимо этого, масштабирование подобных решений в агросреде представляет собой технологический вызов: ограничения по энергетике и устойчивости к климатическим условиям сильно влияют на эксплуатационную гибкость (Palatella et al., 2016). К тому же разнообразие методов и отсутствие единых стандартов мешают бесшовной интеграции различных компонентов IoT, а ключевым ограничением является ненадежная связь в сельской местности, где часто отсутствует интернет-подключение. (Kumar et al., 2024)
* Разработка ПО, и в особенности методы машинного обучения (здесь делается предположение о том, что анализируются некоторые факторы, и на их основании принимается решение о работе системы полива) влекут за собой неопределенность в разработке, из которой формируется сложность оценки инвестиционных показателей предприятия (Sanchez and Milanesi,. 2011), что особенно заметно на ранней стадии планирования, так как параметры доходности и даже функциональная жизнеспособность системы определяются лишь в процессе тестирования и итеративной доработки.

* Земледелие - стратегическое планирование водопользования должно предусматривать адаптивность к изменяющимся условиям, особенно в свете климатической неопределённости (Erfani et al., 2018). Поэтапное внедрение системы автоматического полива с возможностью масштабирования в зависимости от результатов тестирования и обратной связи с рынком должно соответствовать принципам гибкого планирования.

В статье **“Integrating artificial intelligence and Internet of Things (IoT) for enhanced crop monitoring and management in precision agriculture” (**Sharma & Shivandu, 2024)детально описывается и оценивается несколько примеров, использующих IoT и AI технологии для усовершенствования контроля и качества работы “умных” ферм. Как показывают современные исследовательские и пилотные кейсы, подобные проекты сопряжены с рядом системных трудностей, существенно влияющих на их инвестиционную привлекательность.

1. Высокие капитальные затраты и барьеры входа

Одной из главных особенностей подобных решений является высокая стоимость начального внедрения. В статье подробно описываются кейсы, такие как **PANTHEON** (SCADA-система для ореховых садов) и **ByeLab** (мобильный роботизированный мониторинг), реализация которых требовала вложений в датчики, метеостанции, камеры, беспроводные сети, микроконтроллеры и интеллектуальные модули обработки данных. Особенно затратно — развертывание аппаратной и программной инфраструктуры на ранних этапах проекта, когда эффективность системы ещё не подтверждена эмпирически (стр. 6–8). Это существенно повышает инвестиционные риски, особенно для малого и среднего бизнеса.

2. Неопределённость возврата инвестиций

Даже в успешно функционирующих пилотных проектах сохраняется существенная волатильность в ожидаемых выгодах. Например, в рамках проекта **PACMAN**, направленного на прогноз урожайности в яблоневых садах, были зафиксированы значительные расхождения в точности моделей AI и практических результатах (стр. 6). Поскольку Такие расхождения делают затруднительной точную экстраполяцию будущих доходов и ухудшают применимость классических моделей инвестиционного анализа, в частности метода NPV, который опирается на фиксированные и заранее известные потоки денежных средств. В этих условиях возрастает потребность в моделях, способных учитывать гибкость управления и многообразие сценариев.

3. Зависимость от инфраструктурных факторов

Ключевым ограничением для многих сельских районов становится ненадёжная сетевой инфраструктура. В блоке 3.3 статьи подчёркивается, что низкое покрытие Wi-Fi, ZigBee или мобильных сетей последнего поколения (5G) способно привести к перебоям в передаче данных, что критически снижает эффективность и достоверность мониторинга в реальном времени (стр. 4–5). Такие технологические сбои могут повлечь как прямые убытки (например, недополив или перерасход воды), так и косвенные — снижение доверия к системе со стороны конечного пользователя.

4. Необходимость интеграции и масштабируемости

Системы AI/IoT требуют скоординированной интеграции между различными компонентами — от сенсоров и исполнительных механизмов до серверных моделей и облачных платформ. Как подчёркивают авторы, при переходе от прототипа к промышленному масштабу растёт сложность программной архитектуры, необходимой для согласованной работы всех подсистем (стр. 6–9). Более того, готовые к эксплуатации решения, предлагаемые на рынке, как правило, значительно дороже, чем пилотные или модульные, что может стать ограничением для малых предприятий и ферм, не располагающих крупным инвестиционным бюджетом.

5. Ценность поэтапной реализации и управленческой гибкости

В условиях неопределённости и высокой капиталоёмкости критически важно применять стратегию **пошагового внедрения**. Это позволяет не только распределить инвестиционные затраты по времени, но и гибко адаптироваться к технологическим и рыночным изменениям. В статье описан пример **модульного подхода**: сначала разворачивается базовая система на основе датчиков влажности и простых ML-моделей, далее добавляются компоненты предиктивной аналитики, интеграция с метеоданными и механизмы автоматического управления клапанами (стр. 7). Такой поэтапный процесс снижает риски провала, и обеспечит раннюю валидацию.

* 1. **Метод реальных опционов – обоснование для моего кейса (указать применимость по ваналогии на других кейсах)**

Основным аналитическим методом для большинства корпоративных инвесторов является Метод дисконтированных денежных потоков (DCF), а также производный от него Показатель чистой приведенной стоимости (NPV) (Ветрова, Е.Н., 2010). Однако традиционная модель игнорирует возможные опции, которые появляются у инвестора на основании получения новой информации (данных) о динамике развития проекта. Вообще говоря, все возможные инвестиционные проекты можно разделить на 4 категории (Lint and Pennings, 2001):

1. Проекты с **высокой** ожидаемой доходностью и **низкой** волатильностью (неопределенностью).

2. Проекты с **низкой** ожидаемой доходностью и **низкой** волатильностью.

3. Проекты с **высокой** ожидаемой доходностью и **высокой** волатильностью.

3. Проекты с **низкой** ожидаемой доходностью и **высокой** волатильностью.

**К первой категории** можно отнести уже успешные производственные предприятия в условиях устойчивого спроса и стабильной макроэкономической обстановки. Такие проекты имеют предсказуемые потоки доходов, не предполагают существенных изменений по ходу реализации, а потому метод NPV показывает достаточно точную картину их инвестиционной привлекательности.

**Ко второй категории** относятся проекты с ограниченным, но стабильным доходом. Доходность здесь невысока, но риски также минимальны. В подобных случаях метод NPV также работает надежно, позволяя уверенно принять решение об инвестировании или отказе. Более того, к этой категории можно отнести проекты, изначально не представляющие инвестиционной привлекательности (обычно принимается решение об отказе в инвестировании).

Проекты категорий 1,2 обычно проявляются на стабильных рынках, где ожидаемые денежные потоки прогнозируются с достаточной точностью. Например, к первой категории можно отнести проекты по модернизации устоявшегося производственного процесса или инвестиции в компании, уже занявшие свое место на рынке. Во второй категории может находиться проект, денежные вложения в который не приведут к масштабированию (бизнес-идея самодостаточна без инвестиций) или “мертворожденные” проекты (например, в сферах, претерпевающих кризис).

Статические методы оценки (DCF, NPV) позволяют с достаточной точностью оценить проекты категорий 1,2, а возможные изменения стратегии развития стратегии по ходу реализации минимальны.

Иначе обстоит дело с третьей и четвертой категориями – проектами с высокой волатильностью. К таким проектам можно отнести инновационные, наукоемкие идеи, которые могут быть не реализованы, а проект может не выйти на рынок.

Проект из задачи относится к категории 3 или 4 (исходя из начальной оценки) и вот почему:

* Проект предполагает высокие капитальные вложения в разработку и инфраструктуру
* В проекте существует значимая неопределенность относительно размера рынка и его отклика на продукт
* В проекте существует значимая неопределенность относительно его успешности
* Потенциал к управленческой гибкости высок – свертка проекта не потребует огромных затрат, отсрочка запуска не приведет к большим потерям.

В таких условиях традиционный метод **NPV** может существенно занижать инвестиционную привлекательность проекта, поскольку он не учитывает возможность адаптации стратегии в будущем — например, приостановить реализацию, масштабировать, сменить сегмент рынка или выйти из проекта. Это означает, что управленческая гибкость, которая может радикально изменить финансовые перспективы проекта, не отражается в расчетах.

Для решения проблем статических методов далее предлагается метод оценки с помощью реальных опционов (**ROA**). Такой подход позволяет количественно учесть ценность управленческих решений в условиях неопределенности.

Оценка инвестиционных проектов методом реальных опционов (ROA) основывается на подходе, согласно которому инвестиционная возможность рассматривается как аналог финансового опциона: компания получает право, но не обязательство реализовать тот или иной этап проекта — например, начать разработку, масштабировать решение или отказаться от дальнейших вложений.

Метод ROA не заменяет полностью традиционный метод дисконтированных денежных потоков (DCF), а дополняет его: он использует расчеты DCF в качестве основы, но учитывает ценность управленческой гибкости. В отличие от DCF, который предполагает строго фиксированный сценарий, метод реальных опционов позволяет учитывать неопределенность и возможность корректировать стратегию в зависимости от изменяющихся условий и поступающей информации. Стратегия развития проекта представляется в виде совокупности управленческих альтернатив (опционов).

* 1. **Предложенный метод**

**Реальный опцион** – право, но не обязанность, принять управленческое решение, изменяющее траекторию инвестиционного проекта на основе новой информации, полученной в будущем. В отличие от финансового (рыночного опциона) базовым активом (**БА**) выступает инвестиционный проект. Поскольку характеристики БА должны быть количественно измерены, обычно за БА выступает результат статической оценки инвестиционной привлекательности (базовая оценка статическими методами NPV). Реальный опцион будет исполнен, если оцененная стоимость проекта превысит капитальные затраты, необходимые для реализации.

**Количественная оценка реальных опционов**

Для оценки стоимости реальных опционов в данной работе будет использована биномиальная модель (Cox, Ross, Rubinstein, 1979). Такая модель основана на построении **решетки (дерева) возможных состояний проекта** во времени. На каждом шаге стоимость проекта может изменяться по двум сценариям: **увеличение** или **уменьшение**. Вероятность каждого из сценариев определяется через параметры волатильности и безрисковой ставки. Стратегическое решение (например, запуск проекта, расширение, прекращение) принимается в зависимости от значений, рассчитанных в узлах дерева.

Так же может быть использована модель Блека-Шоулца. Однако в задаче время принятия решений и дисконтирования стоимостей дискретно, поэтому более естественно использовать биномиальные деревья.

Для количественной оценки реального опциона необходимы следующие параметры:

|  |  |
| --- | --- |
| **Параметр** | **Значение в контексте проекта** |
| Текущая стоимость проекта (S) | Базовое значение NPV (исходя из данных) |
| Время до истечения опциона (T) | Горизонт принятия управленческого решения |
| Безрисковая ставка доходности (r) | Обычно известна и привязана к ставке к.-л. безрискового актива |
| Волатильность проекта | Может быть вычислена исходя из симуляций (см. ниже) |
| Временной интервал | Определяется из структуры данных |
| Страйк | Затраты, исходя из типа опциона (см. ниже) |

Перечислим основные виды реальных опционов:

**Опцион на отсрочку**

Опцион на отсрочку (defer option) предоставляет компании право начать проект не сразу, а спустя некоторый период, когда появится дополнительная информация о рынке. Например, если текущая чистая приведенная стоимость проекта отрицательна, ожидание может повысить ценность проекта. Более того – обладание эксклюзивным правом на такую отсрочку придает проекту характеристики call-опциона (Damodaran, 2005). Для конкретизации определим параметры реального опциона на отсрочку:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип опциона | Европейский Call или Американский Call (если можно запустить проект в любой момент) |
| Цена исполнения (страйк Е) | Требуемые инвестиции (I) |
| Срок жизни опциона (T) | Период эксклюзивного права на запуск (1 год в нашем случае) |
| Базовый актив | Чистая приведенная стоимость ожидаемых денежных потоков |

Так, если через год ожидаемые денежные потоки превысят инвестиции – фирма осуществит вложения через год и начнет проект. В ином случае – откажется, избежав убытка.

Количественная оценка стоимости:

Опцион “Запустить проект в течение года” может оцениваться моделью Блэка-Шоулца или биномиальной моделью и представляет собой европейский (американский) опцион на не дивидендный актив. При этом практическая ценность такого опциона имеет смысл барьера на вход для конкурентов (То есть более конкурентная среда снижает цену этого опциона). (Vintila, 2007)

В нашем конкретном случае эксклюзивность права на отсрочку достигается отсутствием конкурентов в первый год реализации.

**Опцион на прекращение**

Опцион на прекращение (abandonment option) дает право остановить проект на любом из последующих этапов, если результаты неудовлетворительны, тем самым ограничив убытки (Damodaran, 2005). В нашем проекте это проявляется как возможность свернуть программу внедрения системы полива после первого года, если продажи окажутся слишком низкими (существенно ниже запланированных 60 комплексов). Эта возможность ценна тем, что фирма не обязана терпеть убытки всех последующих лет: при плохом развитии событий она продает остаток проекта или просто прекращает дальнейшие расходы. Параметры реального опциона на прекращение:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип опциона | Европейский Put или Американский Put (если можно закрыть проект в любой момент) |
| Цена исполнения (страйк Е) | Ликвидационная стоимость проекта |
| Срок жизни опциона (T) | Предполагаемый период, через который проект может оказаться убыточным |
| Базовый актив | Остаточная стоимость проекта, если проект не прекратится заранее |

Практическая ценность такого опциона заключается в том, что традиционный NPV анализ не учитывает возможность выхода из убыточного проекта.

В нашем конкретном случае, например через год, проект можно закрыть, а оборудование продать, причем по большей ликвидационной стоимости, нежели чем через 5 лет.

**Опцион на расширение**

Опцион на расширение (expand option) возникает, когда первоначальный проект открывает перспективу дополнительных прибыльных вложений в будущем. (Damodaran, 2005). Если первые этапы реализации успешны – можно принять решение об инвестиции дополнительных ресурсов. То есть базовый проект может создавать опцион на рост – дальнейшее расширение, невозможное без реализации базового проекта и его эффективности. Параметры опционы на расширение:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип опциона | Европейский call или Американский call (если можно расширить проект в любой момент) |
| Цена исполнения (страйк Е) | Требуемые капиталовложения для потенциального расширения |
| Срок жизни опциона (T) | Предполагаемый период, в течение которого компания может принять решение. |
| Базовый актив | Приведенная стоимость будущих денежных потоков расширения (если реализовать его немедленно) |

Практическая ценность описывается так: пока расширение не осуществлено, компания сохраняет право, при благоприятных обстоятельствах выполнить расширение. То есть ценность опциона на расширение выше, если выше стратегическая ценность проекта.

Опцион на расширение особенно ценен в сферах с высокой неопределенностью результатов и потенциально высокой доходностью проектов (Damodaran, 2005). Например, в нашем случае рынок автоматизированного агро-оборудования может резко вырасти, если технология окажется востребованной (волатильность спроса высока).

**Составные опционы**

В реальных инвестиционных проектах, ровно как и на рынке бумаг опционы могут формировать более сложные структуры. Так, например, опционы, соответствующие нескольким базовым активам (источникам волатильности) или барьерные деривативы имеют свои аналоги в мире реальных опционов.

В данной работе будут изучены составные (вложенные) опционы. Так, исследуемый проект на каждом периоде может служить примером составного опциона (опциона на опцион). Предположим, развитие системы планируется поэтапно, постепенно наращиваются обороты продаж компании, штат сотрудников и прочее. Тогда развитие компании на каждом шаге можно считать опционом на расширение, который в свою очередь зависит от исполнения предыдущего опциона на расширение. Вложенные опционы расширяют стратегические возможности фирмы, но и усложняют оценку: общая ценность не равна простой сумме отдельных опционов, поскольку реализация одного меняет условия для другого. Опционы могут либо усиливать взаимную ценность, либо частично вытеснять (например, если расширение на национальном уровне уже исчерпывает рынок, опцион на зарубежный рынок добавляет меньше).

На практике наиболее удобным инструментом для вложенных опционов служат биномиальные решетки. Биномиальная модель без труда расширяется на много периодов: на каждом шаге можно закладывать возможность либо исполнить опцион (если условия благоприятны), либо отложить/отказаться. Например, трехступенчатую экспансию можно смоделировать как дерево решений с вероятностными ветвями (успех/неудача на каждом этапе), а затем, применяя принцип обратной индукции, вычислить ожидаемую приведенную стоимость с оптимальными решениями. Такой подход, по сути, комбинирует дерево решений и реальные опционы. Trigeorgis (1996) подчёркивал, что при одновременном наличии нескольких опционов они могут взаимодействовать – усиливать или уменьшать общий эффект – поэтому их оценку нужно проводить комплексно.

**Оценка волатильности проекта**

Ключевым параметром при оценке реальных опционов является волатильность ценности проекта (или его денежных потоков). В классическом опционном ценообразовании волатильность берётся из рыночных цен базового актива (например, историческая волатильность акции). Для реальных проектов прямых «рыночных котировок» нет, поэтому волатильность приходится оценивать исходя из неопределённости проектных параметров. В случае ИТ-проектов (к которым близок наш ML- проект) волатильность носит специфичный для каждой компании характер: она обусловлена изменчивостью требований, технологий и пр., а не рыночными колебаниями акций (Sanchez and Milanesi, 2011).

Предлагается специальный фреймворк для оценки волатильности IT-инвестиций, учитывающий всю релевантную информацию о рисках проекта (Sanchez and Milanesi, 2011).

Так, используется подход на основе метода симуляций Монте-Карло. Для нашего проекта рационально оценить волатильность через моделирование возможных вариаций ключевых факторов и анализа распределения NPV:

1. Определение параметров и их распределений.

На данном этапе выявляются параметры, вносящие наибольший вклад в разброс результатов проекта. В нашем случае таким фактором можно считать объем продаж по годам (может оказаться выше или ниже прогнозных). Его можно задать нормальным распределением вокруг базового или оценить на основании исторических данных подобных проектов. Важно отметить, что эти параметры и их возможные значения определяются сугубо на основании экспертной оценки и специфике проекта.

1. Анализ чувствительности и проведение симуляций.

Выполняется анализ чувствительности NPV к каждому из факторов, чтобы понять, какие из них наиболее критичны. Затем задаются вероятностные распределения для существенных переменных и проводятся многократные расчёты NPV. Каждый вариант расчета берет случайную реализацию параметров (например, спрос оказался низким и затраты высокими – худший случай, или наоборот) и вычисляет результирующий NPV проекта. После, на основе множества симуляций, будет получено распределение NPV проекта.

**Расчет распределения параметров**

Стоимость фирмы по-прежнему является приведенной стоимостью ожидаемых денежных потоков от ее активов, однако эти денежные потоки в значительной степени зависит от специфики проекта и субъективной оценки параметров (Damodaran, 2009). Для корректной работы метода Монте-Карло (а именно составления распределений случайных величин) в любом случае требуется понять в каких границах и какого вида параметры будут использованы для оценки волатильности.

Более того, каждый ключевой параметр проекта должен иметь распределение, отражающее его неопределенность и волатильность, а распределения таких параметров могут быть сильно асимметричны.

Для оценки возможных значений параметров и их реального распределения воспользуемся следующими фактами:

1. Около 90% наукоемких инициатив в сфере IT не приносят прибыли (Szathmári et al., 2024). Здесь важно отметить, что речь идет не о нулевых доходах, но об отрицательной прибыли.
2. В отсутствии исторических данных приходится опираться на экспертные оценки диапазона значений возможных факторов.

Предложим метод оценки волатильности, учитывая некоторые допущения ниже:

1. Будем считать, что неопределенность в итоговое распределение NPV вносит только объем продаж по годам – то есть, оценки других параметров статичны и соответствуют предоставленным данным о проекте в исходном варианте.
2. Будем считать, что объемы продаж из других предоставленных вариантов в том числе являются реалистичными экспертными оценками.
3. Поскольку проект по разработке ПО и внедрению его в IoT-систему полива может потерпеть неудачу в первую очередь на этапе разработки (сложность в реализации ПО) и на этапе внедрения (очень слабый отклик рынка) сделаем допущение о том, что проект не принесет принесёт **доходов** в 90% случаев, либо принесет пренебрежимо мало. Более того, если продукт не принят рынком в первый год (нулевые продажи), будем считать, что проект не принесет доходов и в последующие года.
4. Если проект принят рынком в первый год, то объемы продаж масштабируются (например, во второй год продажи больше, чем в первый)

Метод состоит в следующим:

Смоделируем объемы продаж так:

С вероятностью 90% объемы продаж будут равняться нулю за каждый из трех лет оценки. В остальных 10% объемы продаж моделируются треугольным распределением (согласно Damodaran, 2009 дискретные величины, распределенные на основании экспертных оценок, а не исторических данных требуется моделировать именно так).

Для моделирования треугольного распределения требуется три параметра:

* Наиболее вероятный объем продаж (соответствует объемам из исходного варианта)
* Наименьший возможный объем продаж (соответствует объемам из наиболее пессимистичного варианта данных)
* Наибольший возможный объем продаж (соответствует объемам из наиболее оптимистичного варианта данных)

Более формально распределение объемов продаж в первый год выглядит так:

В последующие года так:

причём .

Так, используя метод Монте-Карло получим итоговое распределение объемов продаж по годам, а

Отсюда получится так же и большая ценность опционов (вопрос в том – плохо это или хорошо)

1. **Расчёт базового NPV**

Метод реальных опционов и метод Монте-Карло не являются заменой NPV, они лишь дополняют его. Поэтому требуется провести обоснованный расчет денежных потоков в рамках задачи, для получения требуемых параметров.

Данный раздел оценки в первую очередь основан на методах, описанных в “ Васюхин О.В., Павлова Е.А. Экономическая оценка инвестиций. Учебное пособие”, 2013.

Первоначальные инвестиционные издержки – величина капиталовложений в проект на стадиях инициализации и планирования. В нашей задаче таковыми являются:

* Разработка продукта – затраты на создание ПО (X = )

1. **Расчеты, оценка базового NPV, построение деревьев, расчет опционов при различных условиях**
2. **Формирование рекомендации с точки зрения инвестора**

**Основная Литература:**

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / Приказ Минэкономики России от 21 июня 1999 г. № ВК477.

2. Оценка эффективности инвестиций и анализ основных мотивов инвесторов // Киберленинка URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-investitsiy-i-analiz-osnovnyh-motivov-investorov/viewer (дата обращения: 7.04.25).

3. Экономическая эффективность технических решений : учебное пособие / С. Г. Баранчикова и др.] ; под общ. ред. проф. И. В. Ершовой. — Екатеринбург : Изд‑во Урал. ун‑та, 2016. — 140 с. ISBN 978‑5‑7996‑1835‑3