

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ SYSTEM ANALYSIS AND MANAGEMENT

УДК 004.942

DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-424-436

EDN RPTHFA

Информационная система поддержки деятельности мясокомбината на основе имитационного моделирования

Иванов М.А., Иванов С.А.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
Россия, 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5
maksfire2001@mail.ru, kemsit@mail.ru

Аннотация. Одной из ведущих отраслей экономики страны в области пищевой промышленности является производство мясной продукции. Автоматизация данного сектора экономики позволяет компаниям быть конкурентоспособными на рынке. Одним из ключевых компонентов ИТ-инфраструктуры данных компаний на сегодняшний день выступают системы поддержки принятия управленческих решений (СППР). В данной статье рассматривается функциональный анализ СППР, определены ключевые проблемы, снижающие эффективность стратегического планирования. Разработана классификация причин низкой эффективности в виде диаграммы Исикавы. Определена входная и выходная информация для СППР. Для решения выявленных проблем разработаны сценарии вариантов использования. Предложена формализация имитационной модели поддержки деятельности организации, включающая в себя множества параметров, зависящих от стоимостных характеристик, ресурсов, сырья, мощностей и кадрового обеспечения производства. Представлена логическая модель системы, реализованы пользовательские интерфейсы, визуализация деятельности предприятия в 2D- и 3D-форматах, оценена экономическая эффективность предложенного программного решения.

Ключевые слова: обработка данных, модель СППР, оптимизация процессов, имитационное моделирование

Для цитирования: Иванов М.А., Иванов С.А. 2026. Информационная система поддержки деятельности мясокомбината на основе имитационного моделирования. *Экономика. Информатика*, 53(2): 424–436. DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-424-436. EDN RPTHFA

Information System for Supporting the Activities of a Meat-Processing Plant Based on Simulation Modeling

Maxim A. Ivanov, Sergey A. Ivanov

Saint Petersburg State Forest Technical University,
5 Institutskiy Ln., Saint Petersburg 194021, Russia
maksfire2001@mail.ru, kemsit@mail.ru

Abstract. Meat production is one of the leading sectors of the Russian economy in the food industry. Automation of this sector enables companies to be competitive in the market. Decision support systems (DSS) are currently a key component of the IT infrastructure of these companies. This article examines the functional analysis of DSS and identifies key issues that reduce the effectiveness of strategic planning. A classification of the causes of low efficiency has been developed in the form of an Ishikawa diagram. Input and output

© Иванов М.А., Иванов С.А., 2026

information for the DSS has been determined. To address the identified issues, the authors suggest use case scenarios and propose a formalized simulation model for supporting organizational activities, incorporating multiple parameters dependent on cost characteristics, resources, raw materials, production capacity, and staffing. A logical model of the system is presented, user interfaces are implemented, and enterprise activities are visualized in 2D and 3D formats. The economic efficiency of the proposed software solution is assessed.

Keywords: data processing, decision support system model, process optimization, simulation modeling

For citation: Ivanov M.A., Ivanov S.A. 2026. Information System for Supporting the Activities of a Meat-Processing Plant Based on Simulation Modeling. *Economics. Information technologies*, 53(2): 424–436 (in Russian). DOI 10.52575/2687-0932-2026-53-2-424-436. EDN RPTHFA

Введение

Одной из ведущих отраслей экономики страны в области пищевой промышленности является производство мясной продукции. Основные поставщики сырья для производства – это животноводческие хозяйства, которые в данный момент занимают более половины агропромышленного комплекса России. Это динамично развивающаяся отрасль – объем производства мяса и птицы в сельскохозяйственных организациях в январе – ноябре 2022 г. (в живом весе) достиг 5,94 млн тонн, что на 5,2 % больше аналогичного периода 2021 г. [«Рынок мяса. Агромикс»...].

Основной структурной единицей мясной промышленности является мясокомбинат – это предприятие, которое занимается комплексной переработкой скота и выпуском технической, пищевой, медицинской продукции.

Следует отметить, что в Астраханской области основным производителем выступает лишь одно предприятие, занимающееся выпуском мясной продукции, однако ассортимент в магазинах значительно шире, так как на рынке присутствует достаточно большое количество предприятий, которые расположены в соседних регионах. Во всем Южном федеральном округе насчитывается 28 предприятий, постоянно конкурирующих между собой за рынки сбыта отдельно взятых областей [«Мясокомбинаты Южного Федерального округа»...]. Некоторые из них занимаются лишь переработкой скота, другие нацелены на производство готовой продукции, иные способны объединить переработку, производство и розничную торговлю. Ввиду ограниченности спроса на рынке возникает сильная конкуренция между всеми продавцами, поэтому имеется острая необходимость в получении конкурентного преимущества, которое может заключаться в более высоком качестве продукции, доступности цен, наличии высококвалифицированного управленческого аппарата, способного заключать выгодные договоры с большими сетевыми магазинами.

Одним из важнейших конкурентных преимуществ также выступает информация, сбор и анализ которой может значительно повлиять на эффективность деятельности компании. Важным инструментом для получения этого преимущества является информационная поддержка. В рамках настоящего исследования автоматизация поддержки сбытовой деятельности рассматривается через построение имитационной модели. Рыночные цены находятся в постоянной динамике, просчет потенциальной прибыли вручную занимает достаточно много времени, при этом при подсчете времени, затрачиваемого на каждый этап производства, используется усредненное значение, модель же позволит более точно указать распределение вероятности времени. Именно поэтому проектирование и построение имитационной модели позволит наиболее точно прогнозировать потенциальную прибыль за конкретный промежуток времени при изменяющихся условиях.

Объект и методы исследования

К убыткам, связанным с принятием неверных управленческих решений, относятся прямой и косвенный ущерб компании – это отток денежных средств, представляющий собой затраты, связанные с:

- 1) потерей части рынка или отказом от возможности расширения своего присутствия на нем;
- 2) открытием убыточного филиала;
- 3) низкой эффективностью производства из-за нехватки работников или оборудования;
- 4) частыми поломками оборудования, связанными с его чрезмерным использованием или низким уровнем квалификации сотрудников;
- 5) затратами на компенсации работникам.

В табл. 1 указаны наиболее часто повторяющиеся причины низкой эффективности стратегического планирования.

Таблица 1
Table 1

Выявленные причины проблем
Identified causes of problems

Причины 1 уровня	Причины 2 уровня
Сотрудники	Пренебрежительное отношение к требованиям правил технической эксплуатации
	Низкая квалификация работников
	Недостаточное количество работников
	Усталость работника
Оборудование	Низкая периодичность технического обслуживания
	Несвоевременная замена старого оборудования на новое
	Производительность на максимальной мощности
	Недостаточное количество оборудования
Рынок	Неверная оценка соотношения спроса и предложения
	Неверная оценка изменения стоимости единицы продукции при увеличении поставок
	Отсутствие достаточного количества поставщиков
Управление	Пренебрежительное отношение к требованиям правил формирования финансового плана
	Нарушение оперативной дисциплины

Указанные причины были классифицированы, для каждой из них выработаны вероятные последствия, нашедшие отражение в разработанной диаграмме Исикавы, представленной на рис. 1.

Функциональные требования (ФТ) регламентируют функционирование или поведение системы (behavioral requirements). Функциональные требования отвечают на вопрос «что должна делать система» в тех или иных ситуациях [Боев, 2014]. Они определяют основной «фронт работ» разработчика, и устанавливают цели, задачи и сервисы, предоставляемые системой заказчику.

Нефункциональные требования (НТ) регламентируют внутренние и внешние условия или атрибуты функционирования системы [Григорьев, 2013]. НТ и ограничения могут при необходимости включать специфические требования к быстродействию, мобильности, масштабируемости, объемам памяти, безопасности данных и т. п.

Основные сценарии выполнения вариантов использования представлены в табл. 2.

Для разработки модели данных информационной системы необходимо описать входную и выходную информацию системы [«Агентное моделирование»...].

Входной информацией будет являться:

- 1) количество работников, выполняющих различные технологические и логистические задачи;
- 2) количество поступающего скота;
- 3) время, затрачиваемое сотрудниками на каждом этапе производства;

4) размеры складских помещений и их вместимость.

Выходной информацией является:

- 1) показания статистических диаграмм и графиков;
- 2) достаточность размеров складских помещений;
- 3) максимальная выпущенная продукция, при имеющихся ресурсах за смену.

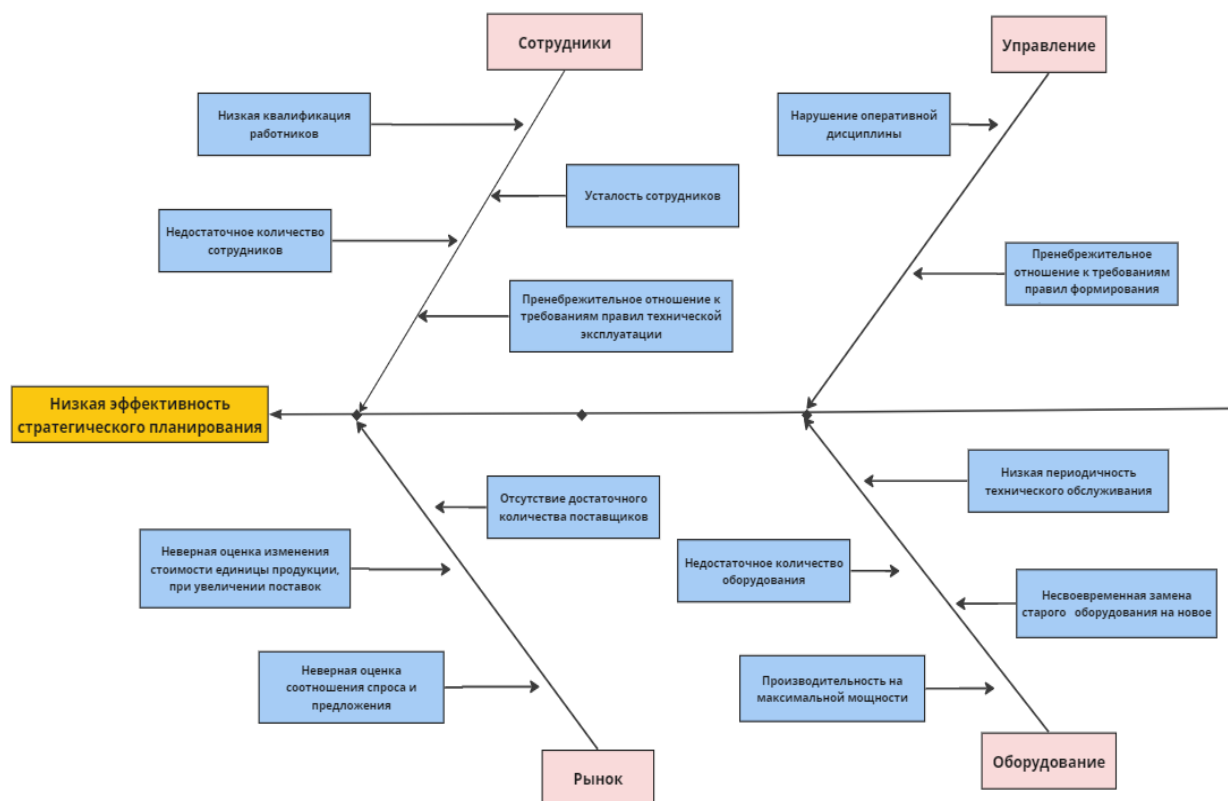


Рис. 1. Диаграмма Исикавы
Fig. 1. Ishikawa diagram

Таблица 2
Table 2

Сценарии выполнения вариантов использования
Use case execution scenarios

Вариант использования	Актеры	Цель	Краткое описание
1	2	3	4
Ввод количества сотрудников	Ведущий менеджер проектов	Введение начальных параметров доступных ресурсов	Пользователь вводит нынешнее количество сотрудников, которые впоследствии можно будет корректировать
Ввод объемов поступающего сырья	Менеджер по закупкам	Введение начальных параметров поступающего скота на предприятии	Пользователь вводит нынешнее количество поступающего скота, которое в процессе экспериментов с моделью будет меняться
Проведение экспериментов с моделью	Ведущий менеджер проектов	Подбор оптимального количества ресурсов, в соответствии с желаемыми объемами сырья	Проведение нескольких итераций модели, в ходе которых увеличивать или уменьшать количество поступающих агентов, и проверка способности системы обрабатывать их без задержки

Окончание табл. 2
 End of Table 2

1	2	3	4
Проверка адекватности полученных результатов	Старший финансовый аналитик	Сравнение полученных результатов с реальными данными	Пользователь проверяет, насколько близки полученные результаты моделирования к данным, основанным на результатах работы за прошлые периоды
Анализ результатов моделирования	Старший финансовый аналитик, менеджер по закупкам, руководитель отдела продаж	Оценка необходимости внесения изменений в структуру работы предприятия	Выбор пользователями наиболее корректных значений переменных параметров, обеспечивающих наивысшую эффективность работы
Формирование плана повышения результативности процессов	Старший финансовый аналитик, ведущий инженер проектов	Формирование конкретных управленческих решений, направленных на рост производительности предприятия	Разработка пользователями на основе полученных данных предложений по изменению распределения имеющихся ресурсов
Утверждение плана повышения результативности процессов	Коммерческий директор	Окончательное утверждение сформированного плана	Проверка директором удовлетворения целей по оптимизации работы и утверждение предложенного плана мероприятий

Результаты и их обсуждение

Деятельность мясокомбината по переработке и реализации продукции можно представить в виде модели:

$$M = \langle St, Rs, Kd \rangle,$$

где St – множество параметров, зависящих от стоимостных характеристик, Rs – множество параметров, зависящих от ресурсов, сырья и мощностей, Kd – множество параметров, зависящих от кадрового обеспечения производства.

Множество St представимо в виде $St = (st_1, st_2, \dots, st_n)$, где n – количество стоимостных характеристик, таких как: st_1 – стоимость субпродуктов, st_2 – стоимость полуфабрикатов по оптовой цене, st_3 – стоимость полуфабрикатов по розничной цене, st_4 – стоимость жирсырья и т. д. Множество Rs представимо в виде $Rs = (rs_1, rs_2, \dots, rs_p)$, где p – количество используемых ресурсов, сырья и мощностей по видам, таких как: rs_1 – количество скота, rs_2 – количество чанов для засолки, rs_3 – количество холодильников, rs_4 – количество измельчительных котлов для варки, rs_5 – количество фаршемешалочников, rs_6 – количество фаршемешалок и т. д. Множество Kd представимо в виде $Kd = (kd_1, kd_2, \dots, kd_r)$, где r – количество задействованных в обслуживании сотрудников по специализации: r_1 – количество убойщиков, r_2 – количество аппаратчиков, r_3 – количество ветеринаров, r_4 – количество экспертов, r_5 – количество обвальщиков, r_6 – количество мясников, r_7 – количество упаковщиков и т. д.

Все параметры задаются с учетом местных цен на продукцию, объемов получаемого сырья, а также количества имеющихся сотрудников. Для проверки работы имитационной модели были заданы параметры, отвечающие нынешнему положению распределения сотрудников на предприятии ООО «Астраханский Мясокомбинат» [«ООО «Мясокомбинат Астраханский»» ...], представленные на рис. 2.

	Количество_убойщиков 5	Количество_упаковщиков 30
	Количество_аппаратчиков 30	Количество_чанов_для_засолки 5
Стоимость_субпродуктов 1,000	Количество_ветеринаров 2	Количество_холодильников 10
Стоимость_полуфабрикатов_розница 247,000	Количество_экспертов 3	Количество_измельчителей_волчков 5
Стоимость_полуфабрикатов_опт 190,000	Количество_обвалщиков 10	Количество_аппаратов_для_промывки 5
Количество_скота 1.0	Количество_мясников 35	Количество_котлов_для_варки 5
Стоимость_жирсырья 360		Количество_фаршемесильщиков 5
		Количество_фаршемешалок 5

Рис. 2. Введение параметров в систему
Fig. 2. Entering parameters into the system

Далее пользователь может приступить к моделированию и запустить модель, он может оценить логику всех бизнес-процессов, представленных на логической модели [Каталевский, 2015]. Логическая модель отражает последовательность событий [Бондарева и др., 2011] и представлена на рис. 3–4.

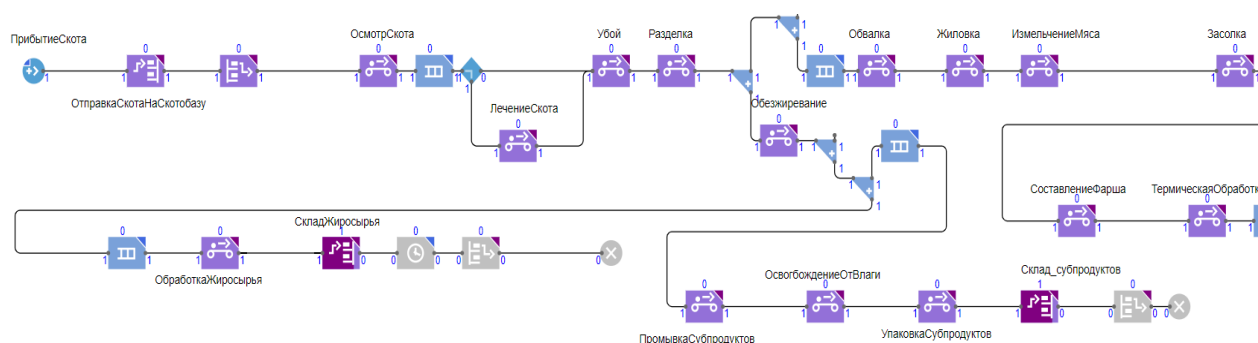


Рис. 3. Логическая модель – 1
Fig. 3. Logical model – 1

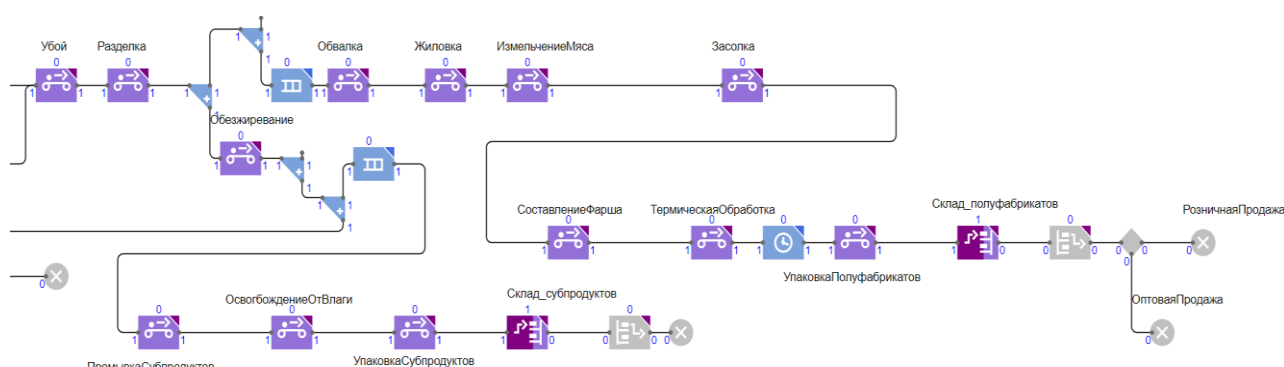


Рис. 4. Логическая модель – 2
Fig. 4. Logical model – 2

Более детально весь процесс производства пользователь может посмотреть на реализованной визуализации модели в 2D, которая позволяет оценить логику расположения складов и производственных цепочек. Визуализация в 2D представлена на рис. 5.

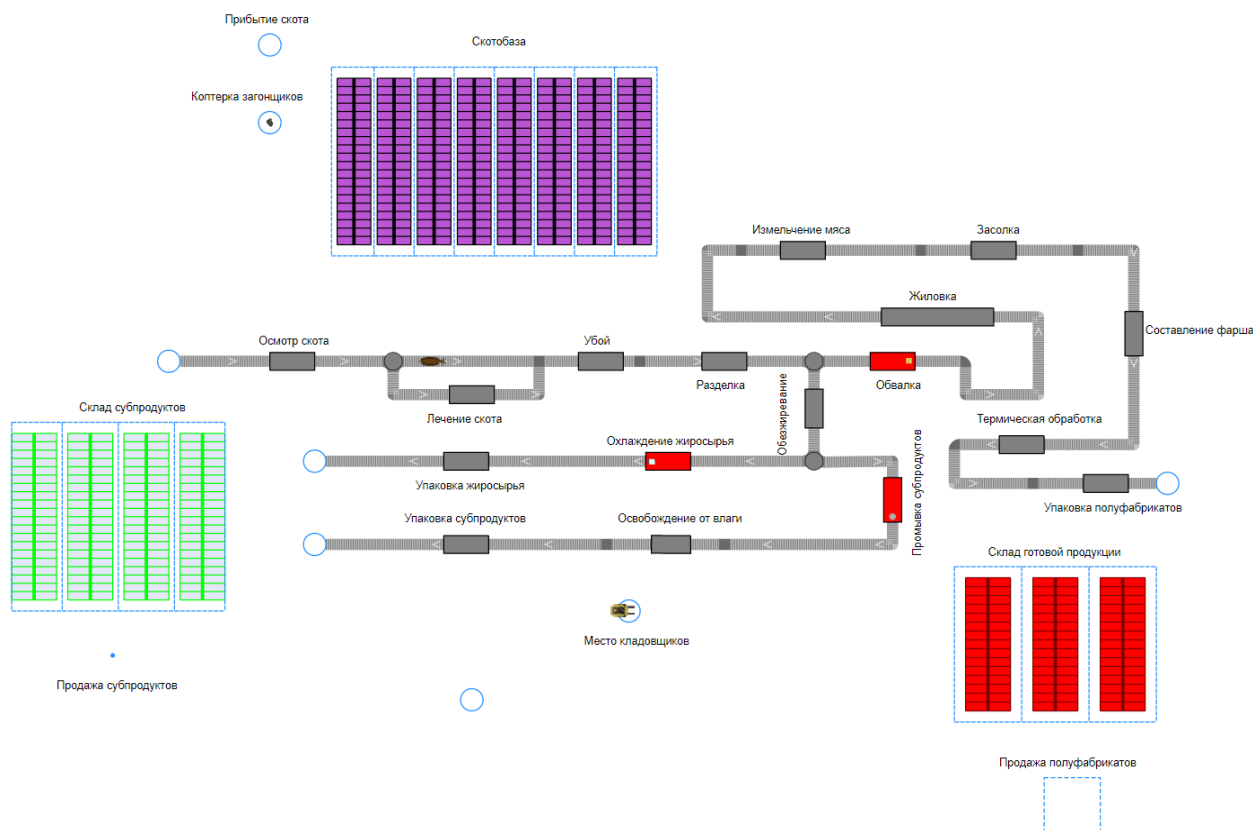


Рис. 5. Визуализация модели в 2D
Fig. 5. Visualization of the model in 2D

Более наглядно оценить работу модели пользователь может на реализованной 3D-модели предприятия, представленной на рис. 6, на которой удобно оценить масштабы складов и расстояния цепочек производства.

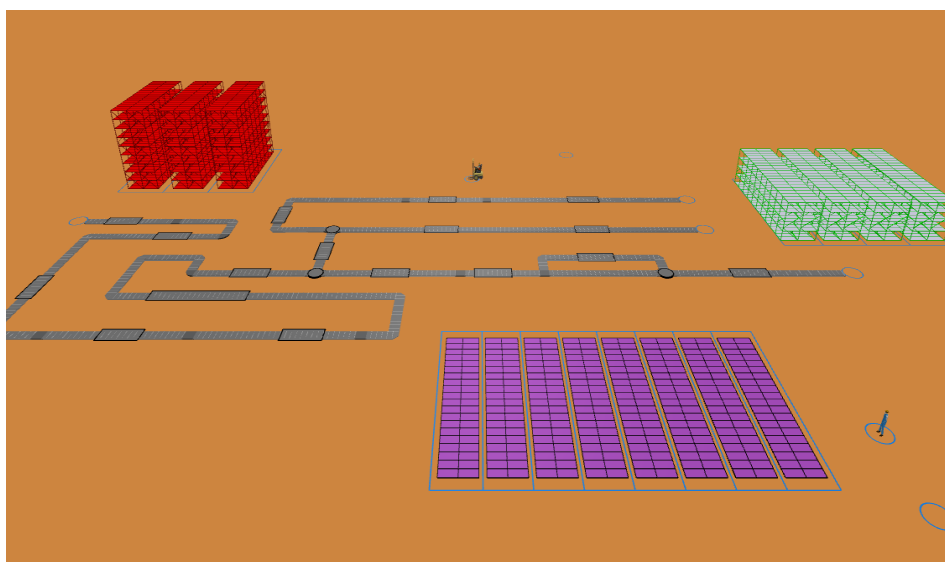


Рис. 6. Визуализация модели в 3D
Fig. 6. Visualization of the model in 3D

Также модель собирает статистические данные об объемах реализованной продукции и доходах, получаемых от ее реализации. На них отражено количество полученного скота, доходы от продажи жирсырья, полуфабрикатов в двух вариантах сбыта, так как часть

продукции мясокомбинат реализовывает через свою розничную сеть, а часть через договора оптовых поставок с магазинами и супермаркетами, а также доходы с реализации субпродуктов, также подсчитываются общие доходы, полученные предприятием. Статистические диаграммы роста прибыли во времени в зависимости от количества проданных товаров представлены на рис. 7.

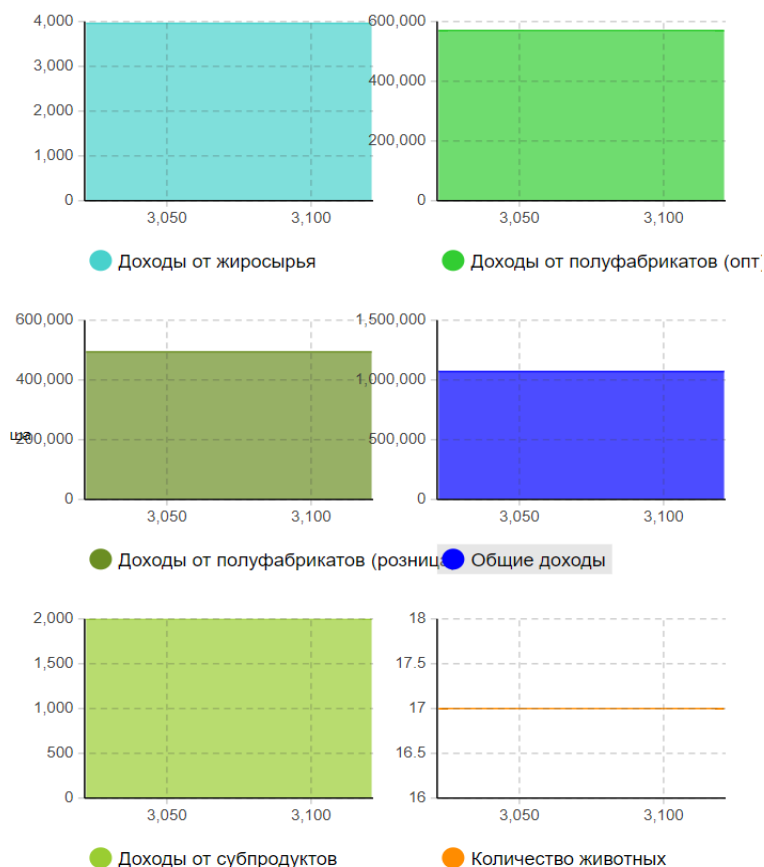


Рис. 7. Статистические диаграммы

Fig. 7. Statistical diagrams

Оценка эффективности предложенного решения

Оценка эффективности данного проекта производится с помощью модели денежных потоков. Денежный поток представляет собой разницу между поступлениями денежных средств и их выплатам от активов оцениваемого объекта.

В качестве критериев оценки эффективности информационной системы используются следующие показатели:

1) NPV (Net Present Value) – чистая современная стоимость или чистый дисконтированный доход. NPV является одним из основных определений оценки проекта [Ганюкова, Ганюков, 2021]. Показатель отражает в себе разницу между первоначальными инвестициями и приведенной стоимостью всех дальнейших денежных потоков проекта. Формула чистого дисконтированного дохода:

$$NPV = \sum PV_i \times D_i,$$

где PV_i – денежный поток каждого года; D_i – коэффициент дисконтирования.

Коэффициент дисконтирования рассчитывается по формуле:

$$D = (1 + r)^{-n},$$

где r – расчётная ставка; n – номер года.

Расчётная ставка вычисляется по формуле Фишера:

$$r = r_0 + i + r_0 \times i,$$

где r_0 – действующая ключевая ставка; i – прогнозируемый уровень инфляции.

Показатель NPV используется для принятия решения о внедрении проекта. В том случае, если NPV больше нуля, то проект эффективен, и его следует принять. Иначе проект считается неэффективным и его внедрение следует отклонить. Если NPV равен нулю, то считается, что проект безубыточный.

2) PBP (Payback Period) – дисконтированный срок окупаемости или срок возврата инвестиций. Данный показатель представляет собой минимальный период времени, необходимый для покрытия первоначальных вложений. PBP определяется последовательным расчетом NPV для каждого периода проекта, точка, в которой NPV станет положительным, будет являться точкой окупаемости.

Формула для расчета срока окупаемости:

$$PBP = \frac{I_0}{PV},$$

где I_0 – первоначальные инвестиции; PV – чистый годовой поток денежных средств от реализации инвестиционного проекта.

3) PI (Profitability Index) – индекс рентабельности инвестиций (индекс доходности) – это отношение суммарного дисконтированного дохода к суммарным дисконтированным затратам. В случае, если стоит выбор между несколькими проектами с приблизительно одинаковыми значениями NPV, но разными объёмами первоначальных вложений, то с помощью PI определяется проект, который обеспечивает наибольшую эффективность инвестиций.

Значение PI учитывается при принятии решения о внедрении проекта. Так, если PI превышает единицу, то проект признается рентабельным. В случае, если значение индекса доходности ниже единицы, то проект необходимо отвергнуть.

Индекс рентабельности позволяет определить размер прибыли за каждый потраченный рубль вложений: чем выше значение PI, тем больше прибыли получает компания от внедрения исследуемого проекта. Индекс доходности определяется по формуле:

$$PI_n = \frac{NPV}{I},$$

где NPV – чистая современная стоимость; I – инвестиционные расходы и первоначальные инвестиции; n – год расчета.

4) IRR (Internal Rate of Return) – внутренняя норма возврата инвестиций или внутренняя норма рентабельности, которая является одним из главных способов оценки эффективности проекта. IRR определяется как ставка дисконтирования, при которой общая сумма вложений в проект, то есть чистая современная стоимость, становится равна нулю. Данный показатель позволяет выявить размер привлекаемого капитала, при котором возмещаются все расходы на инвестиционный проект. Доходность от внедрения рассматриваемого решения прямо пропорционально зависит от значения внутренней нормы рентабельности: чем выше данный показатель, тем больше прибыли инвестор получит от проекта [Вендров, 1998].

При исследовании IRR следует придерживаться определенного правила. В случае, если величина нормы возврата инвестиций превышает значение стоимости инвестированного капитала для организации, то проект следует принять; в противном случае предложение о внедрении отклоняется.

IRR рассчитывается по формуле:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV(r_1)}{NPV(r_1) - NPV(r_2)} \times (r_2 - r_1),$$

где r_1 – значение выбранной расчетной ставки дисконтирования, при которой $NPV_1 > 0$; r_2 – значение расчетной ставки дисконтирования, при которой $NPV_2 < 0$.

5) ЗПд – запас финансовой прочности организации, отражающий разницу между фактическим объемом выпуска и порогом рентабельности. Данный показатель помогает определить, насколько компания может сократить объем продаж до того момента, как деятельность предприятия станет убыточной, а также оценить риск возможного банкротства. Таким образом, ЗПд характеризует уровень платёжеспособности организации [Ганюкова, Ганюков, 2021]. Запас финансовой прочности рассчитывается по формуле:

$$\text{ЗПд} = IRR - r,$$

где r – расчетная ставка.

Основываясь на экономии от сокращения трудозатрат сотрудников, сумма положительных денежных потоков равна: $PV_{3n} = 980\,200$ (руб.)

При определении эффективности проекта был рассчитан такой коэффициент как NPV – чистая современная стоимость. Для этого были определены положительные и отрицательные денежные потоки.

Ключевая ставка Центрального Банка РФ – 7,5 % (от 30.05.2023) [«Центральный банк Российской Федерации»...].

Официальный прогноз инфляции на 2023 год составляет 12,6 % [«Годовая инфляция в Астраханской области в январе замедлилась до 12,6:»...].

Учетную ставку определим по формуле Фишера:

$$r = 0,126 + 0,075 + 0,075 \times 0,126 = 0,21$$

Расчёт проводится за три года использования системы. Результат расчётов приведён в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Расчет чистого приведенного эффекта
Calculation of net present value

N года	Денежный поток, ± PV _i , руб	Коэффициент дисконтирования, D _i	NPV _i , Руб	Окупаемость, PBP _i , руб
0	- 928000	1	-928000,00	-928000,00
1	+ 980200	0,826	+809781,49	-149942,25
	- 38 400		-31723,74	
2	+ 980200	0,683	+668992,1	+492841,63
	- 38 400		-26208,22	
3	+ 980200	0,564	+552680,49	+1023870,48
	- 38 400		-21651,63	
ИТОГО:			ΣNPV=1023870,48	

Значение показателя NPV показывает, что проект эффективен, так как больше нуля. Из таблицы видно, что окупаемость наступила во втором году. Вычислим более точный срок окупаемости.

Определим дисконтированный срок окупаемости инвестиций PBP :

$$PBP = \frac{149942,25 \times 12}{668992,10 - 26208,22} = 2,8$$

Таким образом, проект окупит себя через 1 год 3 месяца. Этот показатель подтверждает экономическую привлекательность внедрения разработанной информационной системы.

Определим индекс рентабельности инвестиций PI :

$$PI_2 = \frac{492841,63}{(928000 + 31723,74 + 26208,22)} = 0,5$$

Таким образом, каждый вложенный в проект рубль окупит себя и принесет еще 0,5 (руб.) на втором году эксплуатации.

Определим внутреннюю норму доходности проекта IRR . Расчеты приведены в табл. 4, где $r_1 = 60\%$, $r_2 = 70\%$.

Таблица 4
Table 4

Расчет показателей
Calculation of indicators

N квартала	±PV, руб	D ₁ , r ₁ =0,6 %	NPV ₁ , руб	D ₂ , r ₂ =0, 7 %	NPV ₂ , руб
0	-928 000	1	-928 000	1	-928 000
1	980 200	0,555	544 071,94	0,522	512 067,7
	-38 400		-21 314,39		-20 060,6
2	980 200	0,308	301 993,75	0,273	267 510,03
	-38 400		-11 830,81		-10 479,89
3	980 200	0,171	167 625,30	0,143	139 750,3
	-38 400		-6 566,84		-5 474,81
ИТОГО:			ΣNPV ₁ =45978,96		ΣNPV ₂ = -44687,26

$$IRR = 60 + (70-60) \times \frac{45978,96}{45978,96 - 44687,26} = 65,07\%$$

При $IRR = 65,07\%$ выполняется условие:

$$r_1 < IRR < r_2 \text{ и } NPV_2 < 0 < NPV_1$$

Значение данного показателя указывает на то, что проект следует принять к рассмотрению.

Расчеты показывают, что проект имеет запас прочности:

$$ЗПД = IRR - r = 65,07 - 21 = 44,07\%.$$

Это означает, что проект станет убыточным в случае, если расчетная ставка увеличится на 31,15 % и более относительно ее текущего значения.

Проведенный экономический анализ показал, что:

- 1) срок окупаемости инвестиций в проект составляет 1 год 3 месяца;
- 2) каждый вложенный в проект рубль окупит себя и принесет дополнительно 0,5 (руб.);
- 3) чистый приведенный доход за 3 года использования системы составляет примерно 1023870,48 (руб.);
- 4) проект имеет значительный запас прочности 44,07 %.

Основываясь на вышеперечисленных показателях, можно сделать вывод, что проект экономически эффективен и принесет прибыль после своего внедрения.

Заключение

В результате проведенных исследований были определены требования к системе. Требования к системе разделены на два класса – функциональные и нефункциональные. Установлено, что существенных изменений в бизнес-процессах после внедрения новой системы не предвидится за исключением выполнения некоторых важных задач в

автоматическом режиме и смещения акцента работы сотрудников с выполнения рутинной работы по составлению документов на ввод исходной информации.

На основе функциональных требований был разработан проект системы. Для описания проекта системы были выделены архитектура прикладных программ и архитектура данных. На предложенной в рамках исследования имитационной модели были проведены эксперименты, получены результаты, оценена эффективность предложенной информационной системы поддержки деятельности предприятия.

Список литературы

- Агентное моделирование | Справка AnyLogic [Электронный ресурс]. URL: <https://anylogic.help/ru/anylogic/agentbased/index.html>
- Боев В.Д. 2014. Компьютерное моделирование: Пособие для практических занятий, курсового и дипломного моделирования в AnyLogic7. СПб.: ВАС, 432 с.
- Бондарева И.О., Ханова А.А. 2011. Управление качеством логистического обслуживания грузового порта на основе имитационного моделирования: монография. Астраханский гос. технический ун-т. Астрахань: Изд-во АГТУ, 187 с.
- Вендров А.М. 1998. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования ИС. М.: Финансы и статистика, 176 с.
- Ганюкова Н.П., Ганюков В.Ю. 2021. Современные тенденции оценки экономической эффективности информационных продуктов [Электронный ресурс]. Сборник статей международной электронной научно-практической конференции «Инновационные решения socioэкономических и технологических проблем современного общества» 22 октября 2021 / Под науч. ред. И.В. Кучерук. Астрахань: Изд-во ООО ПКФ «Триада».
- Годовая инфляция в Астраханской области в январе замедлилась до 12.6 % // Сетевое издание «Интерфакс-Россия» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax-russia.ru/south-and-north-caucasus/news/godovaya-inflyciya-v-astrakhanskoy-oblasti-v-yanvare-zamedlilas-do-12-6> (дата обращения: 15.06.2023 г.)
- Григорьев О.В., Бондарева И.О., Латыпова Э.А. 2013. Управление стратегическими рисками грузового порта с применением имитационного моделирования. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика*, 1: 155–162.
- Каталевский Д.Ю. 2015. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд, перераб. и доп. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 496 с., ил.
- Мясокомбинаты Южного Федерального округа [Электронный ресурс]. URL: https://meatinfo.ru/litecat/myasokombinat_v_Krasnodarskom_krae
- ООО «Мясокомбинат Астраханский» [Электронный ресурс]. URL: https://www.audit-it.ru/contragent/1063016003049_ooo-myasokombinat-astrakhanskiy
- Рынок мяса. Агромикс [Электронный ресурс]. URL: <https://agromics.ru/novosti/rynok-myasa/> (дата обращения 15.08.2023 г.)
- Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cbr.ru/> (дата обращения 15.06.2023 г.)

References

- Agent-based modeling | AnyLogic Help [Electronic resource]. URL: <https://anylogic.help/ru/anylogic/agentbased/index.html>
- Boev V.D. 2014. Computer modeling: A manual for practical classes, coursework and diploma modeling in AnyLogic7. SPb.: VAS, 432 p (in Russian).
- Bondareva I.O., Khanova A.A. 2011. Quality management of logistics services of a cargo port based on simulation modeling: monograph. Astra Khan State technical university Astrakhan: ASTU Publishing House, 187 p (in Russian).
- Vendrov A.M. 1998. CASE technologies. Modern methods and means of IC design. M.: Finance and Statistics, 176 p (in Russian).
- Ganyukova N.P., Ganyukov V.Yu. 2021. Modern trends in assessing the economic efficiency of information products [Electronic resource]. Collection of articles of the international electronic scientific and practical conference “Innovative solutions to socio-economic and technological problems of modern

- society" October 22, 2021 / Under scientific. ed. I.V. Kucheruk. Astrakhan: Publishing house of LLC PKF "Triada" (in Russian).
- Annual inflation in the Astrakhan region in January slowed to 12.6 % // Interfax-Russia online publication [Electronic resource]. URL: <https://www.interfax-russia.ru/south-and-north-caucasus/news/godovaya-inflyaciya-v-astrakhanskoy-oblasti-v-yanvare-zamedlilas-do-12-6> (date of access: 06/15/2023)
- Grigoriev O.V., Bondareva I.O., Latypova E.A. 2013. Cargo port strategic risk management using simulation modeling. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Science and Information Science*, 1: 155–162 (in Russian).
- Katalevsky D.Yu. 2015. Basics of simulation modeling and system analysis in management: textbook; 2nd ed., revised. and additional M.: Publishing house "Delo" RANEPa, 496 p., ill (in Russian).
- Meat processing plants of the Southern Federal District [Electronic resource]. URL: https://meatinfo.ru/litecat/myasokombinat_v_Krasnodarskom_krae
- LLC "Astrakhan Meat Processing Plant" [Electronic resource]. URL: https://www.audit-it.ru/contragent/1063016003049_ooo-myasokombinat-astrakhanskiy
- Meat market. Agromix [Electronic resource]. URL: <https://agromics.ru/novosti/rynok-myasa/> (accessed 08/15/2023)
- Central Bank of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <https://www.cbr.ru/> (accessed June 15, 2023)

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

Поступила в редакцию 19.09.2025

Поступила после рецензирования 23.12.2025

Принята к публикации 27.12.2025

Received September 19, 2025

Revised December 23, 2025

Accepted December 27, 2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иванов Максим Александрович, аспирант кафедры робототехнических систем и интеллектуальных технологий, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Иванов Сергей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры робототехнических систем и интеллектуальных технологий, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Maxim A. Ivanov, Postgraduate Student of the Department of Robotic Systems and Intelligent Technologies, Saint-Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, Russia

Sergey A. Ivanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Robotic Systems and Intelligent Technologies, Saint-Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, Russia