

УДК 338.583

UDC 338.583

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике (физико-математические науки, экономические науки)

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physical and mathematical sciences, economic sciences)

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

ECONOMIC CALCULATION OF THE IMPLEMENTATION OF A RECUPERATIVE HEAT EXCHANGER IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Хамитова Динара Вилевна
Канд. техн. наук, доцент
SPIN – код автора: 7877-0874
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Khamitova Dinara Vilevna
Cand.Tech.Sci., associate professor
RSCI SPIN-code: 7877-0874
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Разакова Карина Ирековна
Студент
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Россия

Razakova Karina Irekovna
Student
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Современное развитие агропромышленного комплекса требует внедрения энергоэффективных технологий, позволяющих минимизировать затраты на производство и эксплуатацию. Одним из перспективных решений является использование рекуперативного теплообменного аппарата, способного существенно снизить тепловые потери и оптимизировать энергозатраты. В статье представлен экономический анализ внедрения теплообменного аппарата с использованием методов расчёта чистой приведённой стоимости (NPV) и индекса доходности (PI). Рассмотрены три варианта денежных потоков в зависимости от экономии тепловой энергии, а также два уровня капитальных вложений – 3000 и 5000 тысяч рублей. Проведённые расчёты демонстрируют устойчивую рентабельность проекта при всех сценариях, причём наибольшая эффективность достигается при увеличении денежного потока и снижении начальных инвестиций. Динамика дисконтированных денежных потоков показала снижение текущей стоимости будущих поступлений из-за временной стоимости денег, что подчёркивает важность правильного выбора параметров проекта. Полученные результаты подтверждают, что внедрение теплообменного аппарата является экономически оправданным и обеспечивает высокий уровень окупаемости

The modern development of the agro-industrial complex requires the implementation of energy-efficient technologies that minimize production and operational costs. One of the promising solutions is the use of a recuperative heat exchanger, which significantly reduces heat losses and optimizes energy consumption. This article presents an economic analysis of the implementation of a heat exchanger using the methods of calculating the Net Present Value (NPV) and Profitability Index (PI). Three scenarios of cash flows were considered, depending on the savings in thermal energy, as well as two levels of capital investments – 3,000 and 5,000 thousand rubles. The calculations demonstrate stable profitability of the project under all scenarios, with the highest efficiency achieved by increasing cash flows and reducing initial investments. The dynamics of discounted cash flows revealed a decrease in the current value of future revenues due to the time value of money, emphasizing the importance of correctly selecting project parameters. The results confirm that the implementation of a heat exchanger is economically justified and provides a high level of return on investment

Ключевые слова: РЕКУПЕРАТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННЫЙ АППАРАТ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС, ЧИСТАЯ ПРИВЕДЁННАЯ СТОИМОСТЬ, ИНДЕКС ДОХОДНОСТИ, ДИСКОНТИРОВАННЫЕ ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Keywords: RECUPERATIVE HEAT EXCHANGER, ECONOMIC EFFICIENCY, AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX, NET PRESENT VALUE, PROFITABILITY INDEX, DISCOUNTED CASH FLOWS, ENERGY EFFICIENCY

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-206-027>

Введение. Современный этап развития агропромышленного комплекса тесно сопряжён с необходимостью интеграции инновационных подходов и точных аналитических инструментов. Особенно востребованными в данной сфере становятся математические модели и статистические методы, позволяющие получать и интерпретировать результаты, основанные на учёте реальных экономических показателей. Такая практика облегчает принятие стратегических решений, даёт возможность прогнозировать ключевые финансовые параметры и обеспечивает комплексную оценку долгосрочной эффективности. Кроме того, активное внедрение цифровых технологий и появление специализированного программного обеспечения существенно упрощают поиск оптимальных решений.

Применение строгих количественных методов служит надёжной основой для развития методов бизнес-аналитики, что особенно важно в период колебаний конъюнктуры рынка и изменения цен на сырьевые ресурсы. Классические подходы, ориентированные на простые расчёты, сегодня дополняются методами математической статистики, эконометрики и системного анализа, что способствует более детальному учёту рыночных рисков и неопределённостей. Подобные инструменты позволяют учитывать различные сценарии, исходя из динамики ценовых индексов, инфляционных ожиданий, а также факторов денежно-кредитной политики.

При этом обоснование экономической целесообразности тех или иных решений в агропромышленном секторе связано не только с оценкой текущих затрат, но и с перспективными выгодами, которые может принести внедрение современных технологических решений. Постоянные улучшения в технике и оборудовании способны значительно увеличить производительность, снизить стоимость эксплуатации и минимизировать потери при переработке сельхозпродукции. Однако любая инновация

<http://ej.kubagro.ru/2025/02/pdf/27.pdf>

должна подтверждаться достоверными расчётами, основанными на корректном применении математических моделей и статистических методов.

Состояние исследований и актуальность проблемы. Развитие агропромышленной отрасли в последние десятилетия сопровождается стремлением к максимальной эффективности и оптимальному использованию ресурсов. В экономической науке сложился широкий спектр подходов к анализу инвестиций и оценке проектной привлекательности в сфере переработки и хранения сырья. Первоначально исследователи опирались на традиционные методы финансовых расчётов, где главными показателями были себестоимость единицы продукции и ожидаемая прибыль. Однако по мере усложнения отраслевой структуры и усиления мировых торговых связей возникла необходимость в использовании более гибких и точных моделей.

В научной среде всё более востребованным становится применение продвинутых математических инструментов, учитывающих не только прямые денежные потоки, но и нестабильность рынков, риск инфляции, колебания спроса, а также возможные изменения технологических параметров. Множество авторов указывает на возросшую роль статистических методов при прогнозировании цен на энергоносители, сельскохозяйственное сырьё и вспомогательные материалы. Эти факторы непосредственно влияют на стоимость внедрения инновационных решений, а также на ожидаемую отдачу от производственных процессов.

Одним из ключевых направлений остаётся оценка окупаемости проектов, особенно тех, которые предполагают существенные капитальные вложения. В частности, возникает интерес к калькуляции таких индикаторов, как чистая приведённая стоимость (NPV) и индекс доходности (PI). Эти показатели дают возможность количественно оценить финансовую результативность проекта за весь период его эксплуатации с

учётом временной стоимости денег. Помимо того, исследователи активно обращаются к моделям дисконтированных денежных потоков, чтобы глубже понять влияние ставки дисконтирования и сроков амортизации оборудования на общую рентабельность.

Среди наиболее актуальных проблем остаётся вопрос корректного прогнозирования будущих денежных поступлений, поскольку нестабильность рынка и инфляционные процессы могут существенно исказить первоначальные расчёты. Такая волатильность не только усложняет оценку эффективности, но и требует внедрения механизмов управления рисками, включая сценарный анализ и применение вероятностных моделей. Учитывая, что инновационные технологические решения в агропромышленности часто сопряжены с высокими затратами на этапе внедрения, становится особенно важно использовать комплексные методики расчёта, которые могут охватить динамические и неопределённые параметры рынка.

Таким образом, современное состояние исследований в области экономического анализа агропромышленных проектов характеризуется опорой на многомерные математические, статистические и инструментальные методы, позволяющие более адекватно оценивать перспективы и обоснованность вложений.

Цель исследований. Целью является разработка экономико-математического обоснования эффективности капитальных вложений при реализации промышленного проекта в условиях инфляции и изменяющейся конъюнктуры рынка. Для этого предполагается использовать комплексный анализ, основанный на дисконтированных денежных потоках и дополнительных показателях, описывающих доходность и динамику инвестиций.

Материалы и методы исследований. При экономическом моделировании инвестиционных проектов традиционно прибегают к двум

основным показателям: чистой приведённой стоимости NPV и индексу доходности PI. Оба индикатора строятся на дисконтированных денежных потоках, что позволяет учитывать временную стоимость денег и изменчивость макроэкономических факторов. В рамках данной методики принимается постоянная ставка дисконтирования $r = 0,16$. Период эксплуатации проекта задаётся на 10 лет, что даёт возможность проследить динамику возврата инвестиций в долгосрочном горизонте.

Для определения исходных параметров были рассмотрены три альтернативных варианта развития событий, связанных с объёмом ежемесячных денежных поступлений CF от внедрения рекуперативного теплообменного аппарата [1], которые напрямую зависят от уровня экономии при использовании внедряемого оборудования. В первом сценарии ежемесячный CF равен 250 тыс. руб., во втором – 400 тыс. руб., в третьем – 500 тыс. руб. Учитывая 12 месяцев в году, данный показатель легко переводится в годовой формат, что необходимо при дисконтировании.

Кроме того, проанализированы два возможных уровня инвестиций, необходимых для запуска проекта: 3000 тыс. руб. и 5000 тыс. руб. Такие значения могут колебаться в зависимости от цен на комплектующие, курса национальной валюты и общего уровня инфляции. Подобные колебания особенно важны в агропромышленной сфере, где существенную роль играет стоимость энергоносителей и переработки сырья.

Помимо NPV и PI, при необходимости можно учитывать другие критерии, к примеру, срок окупаемости или внутреннюю норму доходности. Тем не менее, в данной работе акцент сделан именно на двух перечисленных показателях, поскольку они наиболее полно отражают совокупные эффект и рентабельность проекта. В условиях высокой денежной нестабильности, характеризующейся изменчивыми ценами и ограниченностью финансовых ресурсов, такие подходы помогают

сформировать более объективное представление о выгодах и рисках долгосрочных вложений.

Результаты исследований. Проведённый экономический анализ показал высокую эффективность внедрения теплообменного аппарата при различных уровнях капитальных вложений и ожидаемых денежных потоков. Для начальных инвестиций в размере 3000 тысяч рублей (табл. 1) и трёх вариантов ежемесячных денежных поступлений (CF) были получены следующие результаты: при CF равном 250 тысяч рублей в месяц чистая приведённая стоимость (NPV) составила 11 500 тысяч рублей, при CF равном 400 тысяч рублей в месяц — 20 208 тысяч рублей, а при CF равном 500 тысяч рублей в месяц – 25 998 тысяч рублей. Эти значения демонстрируют значительную финансовую выгоду при увеличении экономии, достигаемой благодаря теплообменному аппарату.

Для начальных инвестиций в размере 5000 тысяч рублей NPV также оставалась положительной: при CF равном 250 тысяч рублей в месяц она составила 9 500 тысяч рублей, при CF равном 400 тысяч рублей в месяц достигла 18 208 тысяч рублей, а при CF равном 500 тысяч рублей в месяц – 23 998 тысяч рублей. Это подтверждает, что проект остаётся экономически целесообразным даже при более высоком уровне капитальных затрат.

Индекс доходности (PI) для начальных инвестиций в 3000 тысяч рублей составил 4,83; 7,74 и 9,67 для вариантов с CF равным 250, 400 и 500 тысяч рублей в месяц соответственно, что говорит о высокой окупаемости проекта. Для инвестиций в размере 5000 тысяч рублей значения PI составили 2,90; 4,64 и 5,80 соответственно. Во всех случаях индекс доходности превышает единицу, что подтверждает привлекательность проекта.

Качественный анализ результатов показал, что наибольшая финансовая отдача достигается при увеличении денежного потока, что

связано с ростом объёмов экономии тепловой энергии. При минимальном варианте CF равном 250 тысяч рублей в месяц проект остаётся рентабельным, что подчёркивает его устойчивость к неблагоприятным экономическим условиям. Увеличение капитальных вложений с 3000 до 5000 тысяч рублей приводит к снижению индекса доходности, но при этом сохраняется положительная чистая приведённая стоимость, что указывает на разумное соотношение между затратами и выгодами.

Таблица 1 – Дисконтированные денежные потоки и итоговые показатели для инвестиций в размере 3000 тыс. руб.

| Вариант № 1 (250 тыс. руб.) | | | Вариант № 2 (400 тыс. руб.) | | | Вариант № 3 (500 тыс. руб.) | | |
|--|---------------------------|-----------|--|---------------------------|-----------|--|---------------------------|-----------|
| Год | ЧДД, тыс. руб. | ИД | Год | ЧДД, тыс. руб. | ИД | Год | ЧДД, тыс. руб. | ИД |
| 1 | 2586 | 4,83 | 1 | 4138 | 7,74 | 1 | 5172 | 9,67 |
| 2 | 2229 | | 2 | 3566 | | 2 | 4458 | |
| 3 | 1923 | | 3 | 3077 | | 3 | 3846 | |
| 4 | 1656 | | 4 | 2659 | | 4 | 3312 | |
| 5 | 1428 | | 5 | 2285 | | 5 | 2856 | |
| 6 | 1230 | | 6 | 1968 | | 6 | 2460 | |
| 7 | 1062 | | 7 | 1699 | | 7 | 2124 | |
| 8 | 915 | | 8 | 1464 | | 8 | 1830 | |
| 9 | 789 | | 9 | 1262 | | 9 | 1578 | |
| 10 | 681 | | 10 | 1090 | | 10 | 1362 | |
| ЧДД, тыс. руб. | 11500 | | 23208 | | 28998 | | | |

Внедрение теплообменного аппарата позволяет существенно сократить эксплуатационные расходы предприятия за счёт оптимизации тепловых потоков. Учитывая сравнительно короткий срок окупаемости, проект может быть рекомендован для реализации в агропромышленном

комплексе. Предложенный метод расчёта демонстрирует надёжность и адаптивность к различным экономическим условиям, позволяя учесть инфляцию, изменения на рынке и колебания стоимости ресурсов.

Выводы. 1. Варьирование ежемесячного CF (от 250 до 500 тыс. руб.) подтверждает закономерное повышение чистой приведённой стоимости и индекса доходности: чем выше потенциальный денежный поток, тем привлекательнее проект. 2. При увеличении стартовых затрат до 5000 тыс. руб. окупаемость остаётся на высоком уровне в сценариях со значительными финансовыми потоками. Это говорит о том, что соответствие между объёмом необходимых средств и потенциальной прибылью является ключевым фактором в принятии управленческих решений.

Библиографический список

1. Зинуров, В. Э. Экономическая оценка целесообразности применения рекуперативного теплообменного аппарата в промышленных условиях / В. Э. Зинуров, Г. Р. Бадретдинова, Р. И. Гильмутдинова, О. С. Чернова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2024. – № 12. – С. 30-41.

References

1. Zinurov, V. Je. Jekonomicheskaja ocenka celesoobraznosti primeneniya rekuperativnogo teploobmennogo apparata v promyshlennyh uslovijah / V. Je. Zinurov, G. R. Badretdinova, R. I. Gil'mutdinova, O. S. Chernova // Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta. – 2024. – № 12. – S. 30-41.