

Ржевский Владимир Николаевич
заместитель главного энергетика
НОО ВПО НП «Тульский институт
экономики и информатики»
г. Тула, Тульская область

**ВНЕДРЕНИЕ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ
(НА ПРИМЕРЕ ФКП «АЛЕКСИНСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»)**

Аннотация: в данной статье рассматриваются наукоемкие технологии в химической промышленности. Автором исследуется данная проблема на примере Федерального Казенного Предприятия «Алексинский химический комбинат».

Ключевые слова: наукоемкие технологии, химическая промышленность.

Наиболее наукоемкой отраслью производства в настоящее время является машиностроение (электротехника, электроника).

Последняя треть XX столетия и начало XXI века ознаменовалась бурными событиями в жизни человеческого общества. Глубокие сдвиги в экономических, политических, общественных структурах периодически взрывают устоявшийся, казалось бы, порядок вещей, вызывают бурный, непредсказуемый ход событий. В основе этих движений – научно-технический прогресс, темпы которого все более ускоряются.

Это породило производство продуктов, в основе которых лежат наукоемкие технологии, за счет которых происходит экономическое развитие промышленности и экономики в последние годы.

Актуальность внедрения наукоемких технологий в деятельность предприятия (на примере ФКП «Алексинский химический комбинат») обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности предприятия за счет достижений научно-технического прогресса.

Наукоёмкие технологии подразумевают под собой инвестиции в науку. Наиболее наукоёмкой отраслью производства в настоящее время является машиностроение (электротехника, электроника). Также наукоёмкой можно считать химическую промышленность, благодаря огромным возможностям усовершенствования технологий, внедрения новых технологий, получения новых материалов и веществ.

Современная наука и научно-технический прогресс обеспечивают в промышленно развитых странах не менее 65–80% экономического роста.

Но, согласно закону В. Решера, даже для того, чтобы темп появления крупных открытий и изобретений не замедлялся, был постоянным, нужно наращивать объем вовлекаемых в сферу науки и техники ресурсов по экспоненциальному закону.

Практика показывает, что опережающий рост высокотехнологичного наукоёмкого сектора экономики как в развитых, так и в развивающихся странах в первую очередь связан с приоритетным развитием науки.

Основным фактором, влияющим на внедрение наукоёмких технологий, является отсутствие политической воли высших органов государственной власти по указанной проблеме.

При наличии политической воли высших органов государственной власти основные усилия по данной проблеме должны быть направлены на:

- выделение наукоёмких технологий, которые объективно, в современных экономических условиях, может внедрить Россия на мировом рынке;
- определение технологических приоритетов и их реализация в рамках научно-технической и промышленной политики государства;
- выработку стратегий внедрения высоких технологий;
- создание эффективно функционирующей национальной инновационной системы;
- развитие технологической среды и ее гармонизации с развитыми странами в области технологической совместимости, систем обеспечения качества, сертификации;

– формирование рыночной инфраструктуры трансферта инноваций.

Показатели наукоемкости:

– доля расходов на НИОКР в ВВП составляет 1,01%;

– численность научных работников на 10 тысяч занятых. Традиционно мы удерживали первенство по данному параметру. Сегодня мы находимся на третьей позиции после США и Японии.

Показатели наукоотдачи:

– индекс конкурентоспособности – занимаем 58 место, уступаем Китаю и Индии;

– доля высокотехнологического экспорта в товарном экспорте – 3%, уступаем более чем в 5 раз Китаю и в 4 раза Италии;

– доля в торговле информационным оборудованием составляет 0,2%. Наша доля в мировой торговле информационным оборудованием сегодня ничтожно мала – уступаем более чем в 5 раз Китаю и в 4 раза Италии;

– доля в торговле информационным оборудованием составляет 0,2%. Наша доля в мировой торговле информационным оборудованием сегодня ничтожно мала. Рынок информационного и телекоммуникационного оборудования сегодня является самым динамично растущим. Его объем достиг 940 млрд долларов, что превышает все совокупные рынки энергосырьевых и продовольственных товаров. За последние 10–15 лет нето-экспортерами на этом рынке стали Таиланд, Малайзия и Мексика.

Научоемкость и наукоотдача национальных экономик

Страна	ВВП, млрд долл.	ВВП на одного занятого, тыс. долл.	Доля расходов на иссл. и разраб. в ВВП, %	Текущий индекс конкурентоспособности	Доля hi-tech продукции в товарном экспорте, %	Доля в мировом экспорте информац. оборудования, %
США	9875	73,1	2,64	2	28,2	16,3
Китай	5135	7,2	1,00	47	16,7	4,6
Япония	3425	56,0	3,04	15	26,3	11,5
Индия		4,9		36	3,2	
Германия		56	2,44	4	15,3	4,8
Франция		56,2	2,17	12	19,4	3,4
Великобритания		54,5	1,87	7	26,2	5,3
Италия	1410	56,5	1,04	24	7,9	1,1
Россия	1185	18,0	1,01	58	3,1	0,2
Канада		60		11		2,2

Научоемкие технологии – это основной сегмент какой-либо (любой) отрасли, реализующий инновации с помощью научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР). Научоемкие технологии подразумевают под собой инвестиции в науку.

Федеральное казенное предприятие «Алексинский химический комбинат» (сокращенно ФКП АХК) – многопрофильное химическое предприятие, специализирующееся на выпуске полимерных и композиционных материалов оборонного, двойного и гражданского назначения.

ФКП АХК совместно с ведущими исследовательскими университетами и научно-исследовательскими институтами России участвует в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах (НИОКР), в том числе при освоении новой импортозамещающей продукции.

ФКП «Алексинский химический комбинат» ведет активные разработки в областях:

- научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР);
- инжиниринга.

Ниже рассмотрен один из наилучших наукоемких проектов ФКП АХК, разработанный сотрудниками химического комбината («Автоматизация анализа результатов химических лабораторных исследований на предприятии»).

Таблица 2

Основные характеристики проекта

№ п/п	Характеристика	Расшифровка характеристики
1	Название	Автоматизация анализа результатов химических лабораторных исследований на предприятии
2	Цель	Повышение качества анализа результатов исследований в химической лаборатории
3	Куда внедряется проект	Лаборатория
4	Пользователи	Лаборант, мастера
5	Что позволит данный проект	Упростить процесс ведения базы данных в лаборатории, сократить время, затрачиваемое на анализ и обработку измерений и повысить качество этих процессов, а также повысить производительность труда сотрудников лаборатории

На сегодняшний день, для роста эффективности производства химических концентратов наиболее важным является постоянное повышение качества выпускаемой продукции.

Автоматизация химической лаборатории контроля качества – одна из важных и актуальных задач на производстве концентратов. Информация о качестве любой продукции формируется в результате проведения лабораторных испытаний, которые осуществляются согласно методикам, разработанным на предприятии. Результаты измерений подлежат проверке на соответствие требуемым стандартам и техническим условиям.

Целями проведения текущего контроля качества производимой продукции является:

- выпуск высококачественной конкурентоспособной продукции;
- выявление отклонений показателей качества продукции от нормированных значений на стадии её наработки.

В связи с тем, что выпускаемая продукция, не смотря на все применяемые методы контроля качества, имеет разного рода отклонения от нормы, необходимо эти отклонения выявить как можно раньше, для того, чтобы предотвратить большое количество наработанного брака и принять меры по устранению данной проблемы.

Создание программы автоматизации анализа результатов химических лабораторных исследований позволит решить возникшие проблемы на производстве. Так как, кроме проверки результатов измерений и сравнения их с техническими условиями, необходимо провести анализ полученных данных, для выявления отклонений от нормы и для заключения об эффективности производства концентратов.

Кроме того, программа позволит упростить процесс ведения базы данных в лаборатории, сократить время, затрачиваемое на анализ и обработку измерений и повысить качество этих процессов, а также повысить производительность труда сотрудников лаборатории.

Ниже представлено описание наукоемкой теории, представляющей собой базу для создания проекта «Автоматизация анализа результатов химических лабораторных исследований на предприятии».

Программа, разработанная в ходе проекта, сокращенно называется «ХимЛаборатория».

Программа «ХимЛаборатория» после внедрения ее в химическое производство ФКП АХК будет осуществлять следующие операции:

1. Ведение базы данных по результатам химических лабораторных опытов.
2. Расчет контролируемых параметров.
3. Сравнение параметров с ТУ 2243–001–23124265–2000.
4. Анализ результатов химических исследований.

Для расчета контролируемых параметров концентрата применяются методики, разработанные на предприятии.

Методика определения насыпной плотности концентрата (первый контролируемый параметр). Сущность метода, основанного на ГОСТ 11035.1–93, заключается в определении массы полимерного материала на единицу объема, просыпаемого через воронку специальной конструкции.

Насыпную плотность испытуемого материала в граммах на кубический сантиметр вычисляют по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где m – масса содержимого измерительного цилиндра, г;

V – объем измерительного цилиндра, см^3 .

За результат принимают среднее арифметическое результатов двух определений. Допускаемое расхождение между результатами параллельных определений не должно превышать $0,01 \text{ г/см}^3$.

Методика определения гранулометрического состава концентрата (второй контролируемый параметр).

Количество отсеянных гранул несоответствующих требованиям ТУ2243–001–23124265–2000 рассчитывается по формуле:

$$D(\%) = \frac{M_1}{M_2} \cdot 100, \quad (2)$$

где M_1 – масса концентрата с разным размером гранул, грамм;

M_2 – масса навески концентрата, грамм.

Для анализа результатов химических лабораторных исследований целесообразно применить оценку отклонения теоретического распределения от нормального эмпирического.

Нормальным называют распределение вероятностей непрерывной случайной величины, которое описывается плотностью:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

где a – математическое ожидание;

σ – среднее квадратическое отклонение нормального распределения.

График плотности нормального распределения называют нормальной кривой (кривой Гаусса).

Очевидно, что функция y определена на всей оси x , рис. 1.

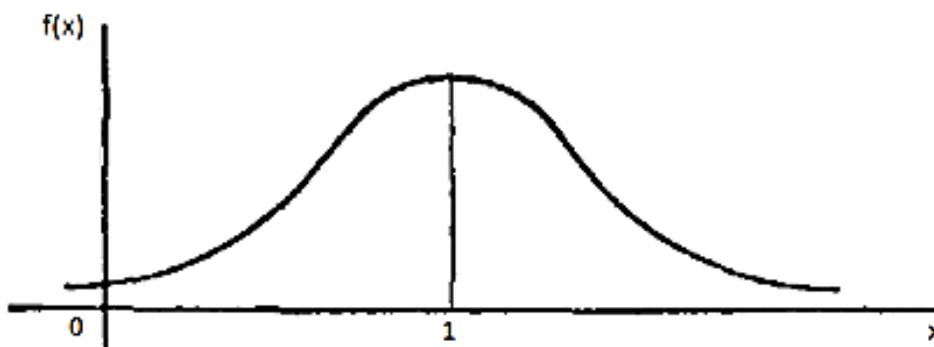


Рис. 1. Изображение нормальной кривой

При всех значениях x функция принимает положительные значения, т. е. нормальная кривая расположена над осью Ox . Ось Ox служит горизонтальной асимптотой графика.

Числовые характеристики непрерывных случайных величин.

Математическим ожиданием случайной величины называют сумму произведений всех ее возможных значений на их вероятности.

Пусть случайная величина X может принимать только значения x_1, x_2, \dots, x_n , вероятности которых соответственно равны p_1, p_2, \dots, p_n . Тогда математическое ожидание $M(X)$ случайной величины X определяется равенством:

$$M(X) = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n \quad (4)$$

Если случайная величина X принимает счетное множество возможных значений, то:

$$M(X) = \sum_{i=1}^{\infty} x_i p_i, \quad (5)$$

где x_i – значения случайной величины;

p_i – вероятности случайных величин.

Дисперсией (рассеянием) случайной величины называют математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания:

$$D(X) = M[X - M(X)]^2, \quad (6)$$

где $D(X)$ – дисперсия случайной величины.

Для вычисления дисперсии часто бывает удобно пользоваться следующей теоремой.

Теорема. Дисперсия равна разности между математическим ожиданием квадрата случайной величины X и квадратом ее математического ожидания:

$$D(X) = M(X^2) - [M(X)]^2 \quad (7)$$

Для оценки рассеяния возможных значений случайной величины вокруг ее среднего значения кроме дисперсии служат и некоторые другие характеристики. К их числу относится среднее квадратическое отклонение.

Средним квадратическим отклонением случайной величины X называют квадратный корень из дисперсии:

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}, \quad (8)$$

где $\sigma(X)$ – среднее квадратическое отклонение случайной величины;

$D(X)$ – дисперсия случайной величины.

Оценка отклонения теоретического распределения от нормального эмпирического. Асимметрия и эксцесс.

При изучении распределений, отличных от нормальных, возникает необходимость количественно оценить это различие. С этой целью вводят специальные характеристики, в частности асимметрию и эксцесс. Для нормального распределения эти характеристики равны нулю. Поэтому если для изучаемого распределения асимметрия и эксцесс имеют небольшие значения, то можно предположить близость этого распределения к нормальному. Наоборот, большие значения асимметрии и эксцесса указывают на значительное отклонение от нормального.

Асимметрией теоретического распределения называют отношение центрального момента третьего порядка к кубу среднего квадратического отклонения:

$$A_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3}, \quad (9)$$

где μ_3 – центральный момент третьего порядка;

σ – среднее квадратическое отклонение.

Асимметрия положительна, если «длинная часть» кривой распределения расположена справа от математического ожидания; асимметрия отрицательна, если «длинная часть» кривой расположена слева от математического ожидания. Практически определяют знак асимметрии по расположению кривой распределения относительно моды (точки максимума дифференциальной функции): если «длинная часть» кривой расположена правее моды, то асимметрия положительна (рис. 2а), если слева – отрицательна (рис. 2б).

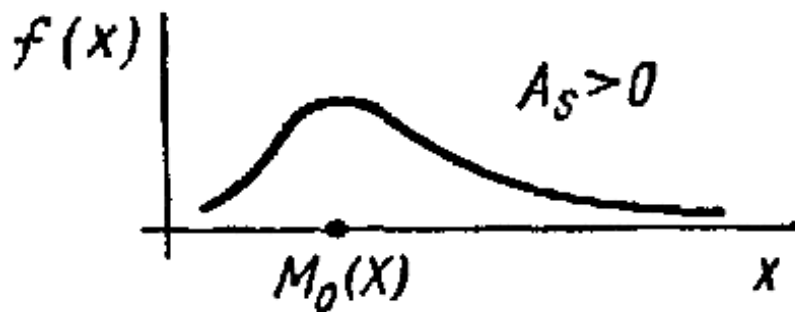


Рис. 2а. Вид кривой при положительной асимметрии

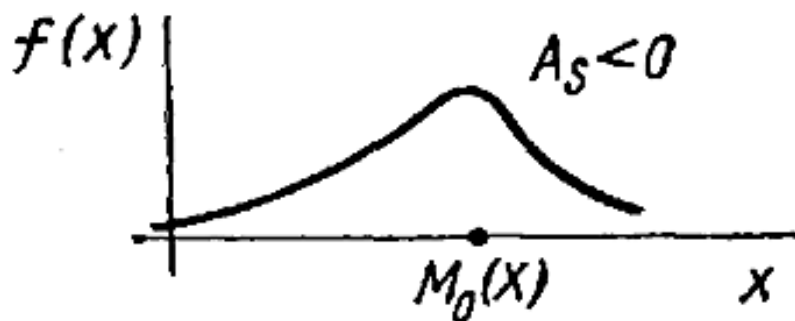


Рис. 2б. Вид кривой при отрицательной асимметрии

Для оценки «крутости», т. е. большего или меньшего подъема кривой теоретического распределения по сравнению с нормальной кривой, пользуются характеристикой – эксцессом.

Эксцессом теоретического распределения называют характеристику, которая определяется равенством:

$$E_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3, \quad (10)$$

где μ_4 – центральный момент четвертого порядка.

Для нормального распределения $\mu_4 / \sigma_4 = 3$; следовательно, эксцесс равен нулю. Поэтому если эксцесс некоторого распределения отличен от нуля, то кривая этого распределения отличается от нормальной кривой: если эксцесс положительный, то кривая имеет более высокую и «острую» вершину, чем нормальная кривая (рис. 3а); если эксцесс отрицательный, то сравниваемая кривая имеет более низкую и «плоскую» вершину, чем нормальная кривая (рис. 3б). При этом предполагается, что нормальное и теоретическое распределения имеют одинаковые математические ожидания и дисперсии.

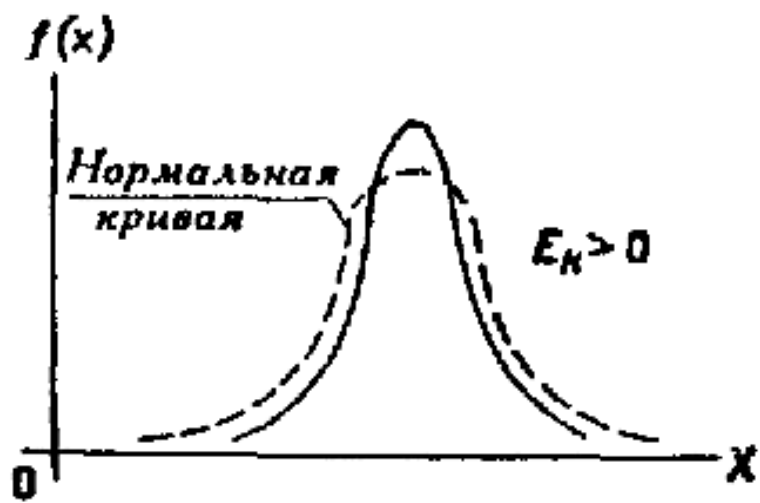


Рис. 3а. Вид кривой при положительном эксцессе

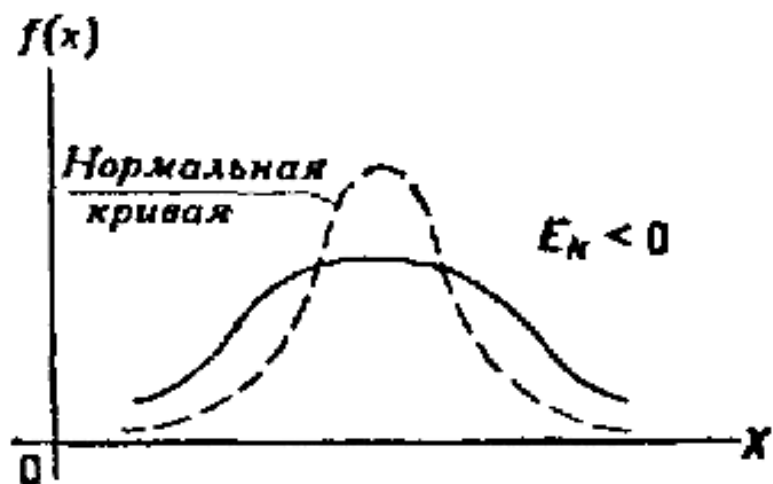


Рис. 3б. Вид кривой при отрицательном эксцессе

Теоретические моменты.

Начальным моментом порядка k случайной величины X называют математическое ожидание величины X^k :

$$V_k = M(X^k), \quad (11)$$

где V_k – начальный момент порядка k ;

$M(X^k)$ – математическое ожидание величины X^k .

Центральным моментом порядка k случайной величины X называют математическое ожидание величины $[X - M(X)]^k$:

$$\mu_k = M[X - M(X)]^k, \quad (12)$$

где μ_k – центральный момент порядка k случайной величины X ;

$M[X - M(X)]^k$ – математическое ожидание величины $[X - M(X)]^k$.

Центральные моменты целесообразно вычислять, используя формулы, выражающие центральные моменты через начальные:

$$\mu_2 = V_2 - V_1^2, \quad (13)$$

где μ_2 – центральный момент второго порядка;

V_2, V_1 – начальные моменты второго и первого порядков.

$$\mu_3 = V_3 - 3V_1 V_2 + 2V_1^3, \quad (14)$$

где μ_3 – центральный момент третьего порядка;

V_2, V_1, V_3 – начальные моменты второго, первого и третьего порядков.

$$\mu_4 = V_4 - 43V_1 V_3 + 6V_1 V_2 - 3V_1^4, \quad (15)$$

где μ_4 – центральный момент четвертого порядка;

V_2, V_1, V_3, V_4 – начальные моменты второго, первого, третьего и четвертого порядков.

Ниже представлено описание схемы работы программы «ХимЛаборатория».

Программа «ХимЛаборатория» может работать в четырех режимах.

Режим 1 – «Работа с базой данных». В этом режиме можно добавлять, удалять или изменять внесенные в БД данные по результатам химических лабораторных исследований. После внесения изменений необходимо проверить данные

на соответствие с ТУ 2243–001–23124265–2000 и подтвердить сохранение данных.

Режим 2 – «Анализ гранулометрического состава концентрата». На основе полученных результатов опытов программа осуществляет расчет значений данного контролируемого параметра, отклонений этих значений от нормы (в виде асимметрии и эксцесса) и выводит теоретическую и эмпирическую кривые нормального распределения.

Режим 3 – «Анализ насыпной плотности концентрата». На основе полученных результатов опытов программа осуществляет расчет значений данного контролируемого параметра, отклонений этих значений от нормы (в виде асимметрии и эксцесса) и выводит теоретическую и эмпирическую кривые нормального распределения.

Режим 4 – «Справка». Позволяет получить информацию о программе и содержит инструкцию для пользователя.

Режим 5 – «Выход» осуществляет завершение работы с программой «Хим-Лаборатория».

Каждый из представленных режимов имеет выход в главное меню программы, из которого можно закончить работу с программой.

Входными данными являются:

- результаты опытов первого контролируемого параметра (насыпная плотность концентрата);
- результаты опытов второго контролируемого параметра (гранулометрический состав).

Результаты опытов первого и второго контролируемых параметров хранятся в базе данных «Химия», на базе которой функционирует внедряемая в деятельность ФКП АХК программа.

Результаты опытов для контролируемого параметра насыпная плотность записываются в виде десятичной дроби, с двумя знаками после запятой и измеряется в г/см^3 . Допустимый интервал значений согласно ТУ 2243–001–23124265–

2000 – от 0,55 до 0,75. Если введенное значение параметра не попадает в допустимый интервал, пользователю об этом сообщит программа.

Результаты опытов для контролируемого параметра гранулометрический состав представляют собой пару чисел – общая масса навески (обычно бывает 120 г) и масса просеянных гранул, которая записывается в виде десятичной дроби с тремя знаками после запятой и также измеряется в граммах.

Ниже представлен перечень и описание выходных документов, которые необходимы для функционирования внедряемой программы «ХимЛаборатория».

Выходными данными являются следующие документы:

- паспорт (сертификат качества) на концентрат;
- отчет о годности концентрата.

Паспорт на концентрат представляет собой документ, который предоставляется заказчику вместе с произведенным концентратом.

Макет паспорта на концентрат представлен на рисунке ниже.

Паспорт на концентрат		ФКП АХК
Партия номер	<номер партии>	
Марка	<марка концентрата>	
Цвет	<цвет концентрата>	Дата формирования партии <Дата>
Нормы по ТУ : <формулировка из ТУ>		
Результат анализа : <результата анализа>		
Заключение : <заключение о соответствии ТУ>		
по параметру <наименование контролируемого параметра>		
Лаборант : <ФИО лаборанта>		
Начальник лаборатории : <ФИО начальника лаборатории>		
<Дата выдачи паспорта>		

Рис. 4

Макет отчета о годности концентрата представлен на рисунке ниже.

Отчет по <наименование контролируемого параметра> ФКП АХК	
Партия номер	<номер партии>
Марка	<марка концентрата>
Цвет	<цвет концентрата>
Дата формирования партии	<Дата>
Результаты анализа	
<результаты анализа>	
Лаборант	<ФИО лаборанта>
<дата формирования отчета>	

Рис. 5

Отчет о годности концентрата представляет собой документ внутреннего контроля производства и предоставляется лаборантом начальнику лаборатории ФКП АХК.

Данный проект разработан в качестве процессов НИОКР, протекающих на предприятии, однако не был внедрен, так как в 2013 году были сокращены расходы на самоинвестиции в науку предприятия.

Общие затраты на внедрение проекта составят 1500 тыс. руб. Общие доходы в год составят 5200 тыс. руб. Экономический эффект в первый год внедрения составит 3700 тыс. руб. (из доходов, которые принесет внедренный проект вычтены единовременные затраты). тыс. руб. (единовременные затраты отсутствуют).