

УДК 330.321:621

**ОБ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ  
ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**В.А. Немтинов, Ю.В. Немтинова**

*Кафедра “Гибкие автоматизированные производственные системы”, ТГТУ*

*Представлена членом редколлегии профессором А.П. Романовым*

**Ключевые слова и фразы:** инвестиции; информационные технологии; проектируемые химические производства; эффективность.

**Аннотация:** Описана методика автоматизированного расчета затрат на реализацию инвестиционного проекта по размещению новых химических производств, которая может быть использована при оценке инвестиционной деятельности в химической промышленности.

---

В настоящее время в большинстве случаев инвестиционные компании при финансировании проектов, связанных с размещением новых химических производств на территориях действующих химических предприятий, принимают решение без детального рассмотрения особенностей организации производства на том или ином заводе. Это приводит к тому, что эффективность реализуемости инвестиционного проекта может быть далека от максимально возможной.

В связи с этим в данной работе предлагается подход, который позволит оценить затраты, связанные с размещением проектируемых химических производств (ПХП) на каждом заводе из множества родственных предприятий отрасли, и при разработке стратегии проведения инвестиционной политики выбрать тот из них, который позволит получить максимальную эффективность от вложения капитала.

Производственная программа инвестиционного проекта должна быть проанализирована по следующим направлениям: уровень новизны и сложности химико-технологических процессов получения целевых продуктов ПХП и утилизации отходов основных производств; структура производственных потоков; поставщики сырья и цены на сырье; структура себестоимости продукции (услуг). В результате анализа инвестиционного проекта по перечисленным выше направлениям могут быть получены оценки обоснованности финансового плана, включающие следующие составляющие: прогноз доходов и расходов по реализации инвестиционного проекта; прогноз в движении денежной наличности; прогноз активов и пассивов предприятия. Эти показатели являются исходными для определения экономической эффективности инвестиционного проекта в целом, причем в качестве базовых для инвестиционных расчетов выступают прогнозные величины поступлений и платежей денежных средств в течение всего инвестиционного периода.

Количественная оценка компонентов инвестиций, в частности, денежных поступлений и платежей, представляет сложную задачу, поскольку на каждый из них оказывает влияние множество разнообразных факторов, а сами оценки охватывают достаточно длительный промежуток времени. При этом нужно учитывать следующие

характеристики инвестиционного проекта: возможные колебания рыночного спроса на продукцию; ожидаемые колебания цен на потребляемые ресурсы и производимую продукцию; возможное появление на рынке товаров-конкурентов, в том числе товаров-субститутов; планируемое снижение производственно-сбытовых издержек по мере освоения новой продукции и наращивания объемов производства; влияние инфляции на покупательную способность потребителей и, соответственно, на объемы продаж. Поэтому такие оценки базируются на прогнозах внутренней и внешней среды предприятий, на которых возможно размещение ПХП. Использование прогнозных оценок всегда связано с риском, пропорциональным масштабам проекта и длительности инвестиционного периода.

Оценка компонентов инвестиций связана также с анализом источников финансирования, причем для целей проводимого анализа особое внимание уделяется внешним источникам, в частности, акционерному капиталу и планируемым затратам по обслуживанию привлеченного капитала: размеры дивидендов, периодичность их выплат и т.п.

В отечественной и зарубежной практике известен целый ряд формализованных методов, которые могут служить основой для принятия решений в области инвестиционной политики [1]. Для целей обоснования инвестиционных проектов могут использоваться различные обобщающие показатели и методы их расчета.

По виду обобщающего показателя методы инвестиционных расчетов делятся: на абсолютные, в которых в качестве обобщающих показателей используются абсолютные значения разности капиталовложений и текущих затрат по реализации проекта и денежной оценки его результатов; на относительные, в которых обобщающие показатели определяются как отношение стоимостной оценки результатов и совокупных затрат; на временные, в которых оценивается период возврата (срок окупаемости) инвестиций.

По признаку учета в инвестиционных расчетах фактора времени методы делятся: на динамические, в которых все денежные поступления и платежи дисконтируются на момент времени принятия решения об инвестировании капитала; на статические, которые являются частным случаем динамических и могут использоваться при условии постоянства во времени денежных потоков.

Результаты инвестиционных расчетов позволяют инвестору оценить обоснованность планов развития каждого возможного производителя из предлагаемого для рассмотрения множества.

При проведении обследования каждого производителя на этапе выбора варианта технологических процессов ПХП и утилизации их отходов наиболее сложно формализуемым является этап определения затрат на реализацию проекта. При этом, помимо прямых затрат на реализацию проекта, необходимо осуществить оценку воздействия ПХП на окружающую среду. При выработке решений необходимо также учитывать структуру местного населения, его динамику, технологическую структуру производства и потребления продукции и т.д.

В данной работе особое внимание уделяется определению варианта инвестиционного проекта, для которого итоговые затраты на его реализацию были бы минимальны. При рассмотрении задачи размещения ПХП одновременно с экономических и экологических позиций возникает необходимость погружения ее в более общий класс задач оптимизации природно-промышленных систем (ППС). ППС назовем множество объектов отраслей промышленного производства и объектов природной среды, образующих единую технико-экономическую и экологическую структуру рассматриваемого района, упорядоченно взаимодействующих друг с другом в процессах обмена информацией, потребления материально-энергетических ресурсов и переработки отходов. Будем рассматривать ПХП как объект, входящий в состав ППС.

Пусть  $W$  – подмножество всех допустимых вариантов технологических процессов получения целевой продукции и утилизации их отходов,  $P$  – подмножество предприятий, на которых возможно размещение ПХП, тогда постановку задачи размещения на стадии решения вопроса инвестирования проекта сформулируем следующим

щим образом: на множестве  $\Omega = P \times W$  найти такой вариант  $\omega^*$ , для которого сумма затрат на его реализацию и стоимость ущерба, нанесенного природе и обществу отходами ПХП, имеет минимальное значение.

В формализованном виде задача выбора варианта технологических процессов получения целевой продукции и района размещения проектируемых ПХП заключается в поиске минимума суммы всех затрат

$$\min_{w \in W^1, i \in P} F = \varphi_{iw}(m, r_i) + \sum_{j=1}^N s_{ijw} \cdot d_{ij} + \sum_{l=1}^{L_w} s'_{iwl} \cdot d'_{iwl} + \sum_{k=1}^K (\eta_{iwk}(\tilde{m}_{wk}, r_i) + Zq_{iwk}(\tilde{m}_{wk}, r_i)) \quad (1)$$

при выполнении технико-экономических ограничений

$$r_i^\beta \leq r_i^{\beta, \text{lim}}, \quad i = \overline{1, P}, \quad \beta = \overline{1, B}, \quad (2)$$

санитарно-экологических ограничений

$$c_p^{k, \text{lim}} - \max_{x, y, z} c_{iwp}^k > \Delta c_p^k, \quad i = \overline{1, P}, \quad w = \overline{1, W^1}, \quad p = \overline{1, J^k}, \quad (3)$$

$$\sum_{p=1}^{J_\theta} \frac{c_{wjp}^k}{c_p^{k, \text{lim}}} < 1, \quad \theta = \overline{1, \Theta}, \quad i = \overline{1, P}, \quad \beta = \overline{1, B} \quad (4)$$

и уравнений связи, представляющих экономико-математическую модель ПХП

$$f^1(m, \tilde{m}, \bar{c}, \bar{c}_{\text{фон}}, \tilde{R}) = 0, \quad (5)$$

где  $F$  – критерий оптимальности;  $\varphi_{iw}$  – затраты на строительство и эксплуатацию ПХП суммарной годовой мощностью  $m$  готовой продукции в  $i$ -м районе размещения при  $w$ -м варианте технологических процессов;  $\tilde{R}$  – множество природно-климатических и технико-экономических характеристик районов размещения;  $s_{ijw}$  и  $s'_{iwl}$  – транспортные расходы, связанные с перевозкой единицы готовой продукции из точки  $i$  в точку  $j$  и единицы необходимого для производства сырья для  $w$ -го варианта технологических процессов ПХП из точки  $l$  в точку  $i$ ;  $d_{ij}$  – количество готовой продукции, производимой в точке  $i$  для точки  $j$ ;  $d'_{iwl}$  – количество сырья, поставляемого для  $w$ -го варианта технологических процессов ПХП в точку  $i$  из точки  $l$ ;  $N, L_w$  – соответственно число точек потенциальных потребителей готовой продукции и поставщиков сырья;  $W^1$  – число вариантов технологических процессов основных ПХП;  $\eta_{iwk}$  – величина годового экономического ущерба, причиняемого выбросами вредных веществ  $w$ -м вариантом технологических процессов ПХП в  $k$ -й компонент окружающей среды;  $\tilde{m}_{wk}$  – приведенная масса годовых выбросов вредных веществ от  $w$ -го варианта технологических процессов ПХП в  $k$ -й компонент окружающей среды;  $Zq_{iwk}$  – затраты, связанные со строительством и эксплуатацией очистных сооружений, утилизирующих отходы, попадающие в  $k$ -й компонент окружающей среды от  $w$ -го варианта технологических процессов ПХП в  $i$ -м районе раз-

мещения;  $c_p^{k, \text{lim}}$  – значение ПДК  $p$ -й примеси в  $k$ -й природной среде;  $\max_{x,y,z} c_{iwp}^k$  – максимальное значение концентрации  $p$ -й примеси в  $k$ -й природной среде от  $w$ -го варианта технологических процессов ПХП в  $i$ -м районе размещения;  $\Delta c_p^k$  – «запас» по концентрации  $p$ -ой примеси в  $k$ -й природной среде;  $J^k$  – число примесей, выбрасываемых в  $k$ -й компонент природной среды;  $K$  – число компонент окружающей среды;  $\bar{c}$ ,  $\bar{c}_{\text{фон}}$  – соответственно вектор-функции концентраций вредных примесей – отходов ПХП и их фоновых значений в районах размещения;  $f^1(\circ)$  – нелинейная векторная функция алгебраического типа;  $r_i^\beta, r_i^{\beta, \text{lim}}$  – соответственно значение  $\beta$ -й характеристики ПХП и ее предельная величина для  $i$ -го района размещения, например: площадь, занимаемая ПХП, и наличие свободной площади в на генплане предприятия в  $i$ -м районе; затраты электроэнергии для производства целевой продукции и ее лимит на получение из объединенной энергосистемы в  $i$ -м районе и т.п.

Затраты в выражении (1) представим в виде:

$$\varphi_{iw}(m, r_i) = Zk_w^1(m) + Zk_{iw}^2(m, r_i) + Ze_w^1(m) + Ze_{iw}^2(m, r_i), \quad (6)$$

где  $Zk_w^1$ ,  $Ze_w^1$  – соответственно составляющие затрат на капитальное строительство и производство, не зависящие от района размещения ПХП;  $Zk_{iw}^2$ ,  $Ze_{iw}^2$  – соответственно составляющие затрат на капитальное строительство и производство, зависящие от природно-климатических и технико-экономических особенностей района размещения ПХП.

Методика автоматизированного решения задачи выбора варианта технологических процессов получения целевой продукции и района размещения проектируемых ПХП основана на идее обобщения информации о всех выполненных ранее проектах того же класса производств (например, производств анилино-красочной промышленности) и построении функциональных зависимостей затрат на капитальное строительство, эксплуатацию, технико-экономических показателей производств от их мощности и варианта технологических процессов получения целевой продукции. Если для проектируемого производства нет прямого аналога, то прототип для него назначается по усмотрению экспертов-проектировщиков в режиме диалога с ПЭВМ. Ниже рассмотрены вопросы построения экономико-математической модели реализации альтернативных вариантов технологических процессов ПХП в зависимости от района размещения.

**Экономико-математическая модель технологических процессов ПХП.** Для оценки значений экономических показателей ПХП (составляющих критерия  $F$ ) разработана экономико-математическая модель реализации вариантов технологических процессов получения готовой продукции ПХП, представляющая собой основные статьи затрат на капитальное строительство, эксплуатацию и технико-экономические показатели.

В общем виде экономико-математическую модель представим в виде системы нелинейных алгебраических уравнений:

$$Zk_w^1 = f_1(a_{1w}, \dots, a_{rw}, \dots, a_{K^1w}), \quad (7)$$

$$Zk_{iw}^2 = f_2(b_{1iw}, \dots, b_{siw}, \dots, b_{K^2iw}), \quad (8)$$

$$Ze_w^1 = f_3(d_{1w}, \dots, d_{qw}, \dots, d_{P^1w}), \quad (9)$$

$$Ze_{iw}^2 = f_4 (v_{1iw}, \dots, v_{jiw}, \dots, v_{\Pi^2 iw}), \quad (10)$$

$$\bar{S}_w = f_5 (\bar{l}_{ij}, \bar{v}, \hat{v}_w, \bar{s}_w, \hat{s}), \quad (11)$$

$$\bar{S}'_w = f'_5 (\bar{l}', \bar{v}', \hat{v}'_w, \bar{s}'_w, \hat{s}'), \quad (12)$$

$$\bar{Z}_{iwk} = f_6 (Zq_{iwk}^1, Zq_{iwk}^2), \quad (13)$$

$$c_{iwp}^k = f_7 (\bar{m}_{wp}^k, r_i), \quad (14)$$

где  $a_{iw}$  – затраты на объекты основных ПХП и объекты по утилизации отходов основных производств для  $w$ -го варианта технологических процессов основных производств,  $t = 1, K^1$ ,  $w = 1, W^1$ ;  $b_{siw}$  – затраты на подготовку территории строительства, жилищно-бытовое строительство в зависимости от района строительства и т.п.,  $s = 1, K^2$ ;  $d_{qw}$  – стоимость сырья, энергетики, зарплата основных производственных рабочих, цеховые и общезаводские расходы и т.п.,  $q = 1, \Pi^1$ ;  $v_{jw}$  – стоимость обогрева зданий, коэффициенты удорожания и надбавки к заработной плате в  $i$ -й точке строительства,  $j = 1, \Pi^2$ ;  $\bar{l}_{ij}$  – расстояние от точки  $i$  до точки  $j$ ,  $i = 1, P$ ,  $j = 1, N$ ;  $\bar{v}$  – вид транспорта, используемого для перевозки продукции (железнодорожный, автомобильный и т.п.);  $\hat{v}_w$  – вид тары, используемой для перевозки продукции (бочки, ящики, барабаны, цистерны и т.п.);  $\bar{s}_w$  – оптовая цена продукции;  $\hat{s}$  – тарифы на перевозку продукции;  $\bar{l}'$ ,  $\bar{v}'$ ,  $\hat{v}'_w$ ,  $\bar{s}'_w$ ,  $\hat{s}'$  – аналогичные параметры для сырья;  $Zq_{iwk}^1, Zq_{iwk}^2$  – соответственно затраты на капитальное строительство и эксплуатацию сооружений, обезвреживающих отходы основных ПХП, выбрасываемых в  $k$ -й компонент окружающей среды,  $k = 1, K$ ;  $\bar{w}_{wp}^k$  – приведенная масса  $p$ -го вредного вещества, выбрасываемого в  $k$ -й компонент окружающей среды  $w$ -м вариантом технологических процессов основных ПХП,  $p = 1, P'$ .

Анализируя описание математической модели (7) – (14), можно сделать вывод, что определение значительного числа параметров модели представляет трудность из-за отсутствия информации, необходимой на данном этапе анализа инвестиционного проекта. Поэтому в работе предлагается осуществить их поиск на основе анализа характеристик действующих производств, выпускающих аналогичную или близкую по характеристикам продукцию. Среди характеристик производств-аналогов будем рассматривать стоимость строительно-монтажных работ; стоимость оборудования; количество работающих; площадь, занимаемая производством; строительный объем; мощность производства; высота трубы-источника выбросов вредных веществ и др.

Для группы аналогов  $\bar{W}^{t_1}$   $t_1$ -го основного проектируемого производства  $w$ -го варианта технологических процессов ПХП ( $t_1 = 1, K^{11}$ ,  $w = 1, \bar{W}^{t_1}$ ) путем аппроксимации определяются конкретные виды полиномиальных зависимостей характеристик проектируемого производства от мощности [2, 3].

Характеристики объектов вспомогательного назначения и других служб находят-ся по известным функциональным зависимостям от соответствующих характеристик основных производств. Такой прием, с достаточной для практики точностью, позволя-

ет довольно быстро получить решение задачи, но требует при этом создания специального банка аналогов.

Исходные данные, необходимые для определения степени загрязнения окружающей среды, берутся из технологических регламентов предлагаемых вариантов технологических процессов ПХП. В противном случае может быть использована информация производств-аналогов.

Экономический ущерб от загрязнения окружающей среды является комплексной величиной и определяется как сумма ущербов, наносимых отдельным видам реципиентов в пределах загрязненной зоны. Величина экономического ущерба рассчитывается по методике, приведенной в работе [4].

Как правило, число предприятий, на территории которых возможно размещение ПХП  $P$  не превышает 10 – 15, число вариантов технологических процессов  $t_1$ -го проектируемого основного производства  $\tilde{W}^{t_1}$ : 2 – 3, тогда возможных вариантов  $W^1 = (20 \div 45)k^{11}$ , где  $k^{11}$  – число основных ПХП. В связи с этим для решения поставленной задачи использован метод полного перебора, который позволит отранжировать варианты инвестиционного проекта в порядке возрастания затрат.

Определив рыночную цену продукции проектируемых производств и затраты по реализации каждого варианта технологических процессов ПХП для каждого возможного производителя, инвестиционные компании могут, используя выше приведенные методы оценки эффективности инвестиционной деятельности [1], проводить инвестиционную политику с максимальным эффектом.

При выборе программной среды для разработки программного обеспечения решения задачи оценки затрат инвестиционного проекта по размещению ПХП необходимо руководствоваться тем, что часть информационной базы представляет собой пространственное (картографическое) представление данных районов предполагаемого размещения ПХП, а для расчета транспортных расходов на перевозку готовой продукции и сырья карт российского и большего масштаба. Поэтому для решения задачи была использована геоинформационная система Arcinfo (версии 8), позволяющая в удобной для пользователей форме представить результаты.

Апробация методики оценки инвестиционной деятельности при размещении новых химических производств осуществлялась на примере производства N-фенилантраниловой кислоты. При размещении данного производства с годовой мощностью 0,38 тыс. тонн в качестве предполагаемых районов размещения были предложены следующие предприятия: АО «Сода» г. Березники Пермской области (1), ОАО «Оргсинтез» г. Новомосковск Тульской области (2), ОАО «Пигмент» г. Тамбов (3). Выбор данных предприятий связан с размещением на них производств одного класса. Для получения кислоты предлагается использовать только одну технологию, состоящую из двух основных стадий: получения ортохлорбензойной кислоты жидкофазным каталитическим окислением ортохлортолуола и получения N-фенилантраниловой кислоты фенилированием ортохлорбензойной кислоты анилином. Исходным сырьем для ее получения являются: кобальт уксуснокислый, сода кальцинированная, древесная мука, уксусная кислота, кислота серная улучшенная, анилин технический, калий бромистый, ортохлортолуол, марганец уксуснокислый; а отходами данного производства: смесь отходящих газов, содержащая пары серной кислоты, уксусной кислоты, анилина, окись углерода и др.; фильтрат; кубовой остаток, вода от промывки оборудования и т.п. Информация о поставщиках сырья и потенциальных потребителях продукции приведена на рисунке. Для анализа проектировщиками было выбрано два производства, выпускающих аналогичную продукцию. Расчет составляющих затрат производился для каждого предполагаемого района размещения. Затраты для первого и третьего предприятий оказались выше соответственно на 30 % и 4 % по сравнению с затратами на реализацию проекта на территории ОАО «Оргсинтез». Дальнейший анализ с использованием метода приведенной стоимости [1] позволил сделать вывод о целесообразности размещения данного производства на территории ОАО «Оргсинтез».

Районы возможного размещения производства

- Березники
- Новомосковск
- Тамбов
- Поставщики сырья
- + Иркутск
- + Красноярск
- + Пермь
- + Ярославль
- Потребители продукции
- Владивосток
- Воронеж
- Краснодар
- Москва
- Новосибирск
- Ростов-на-Дону
- Санкт-Петербург
- Железные дороги
- Границы
- Государственная
- Береговая линия

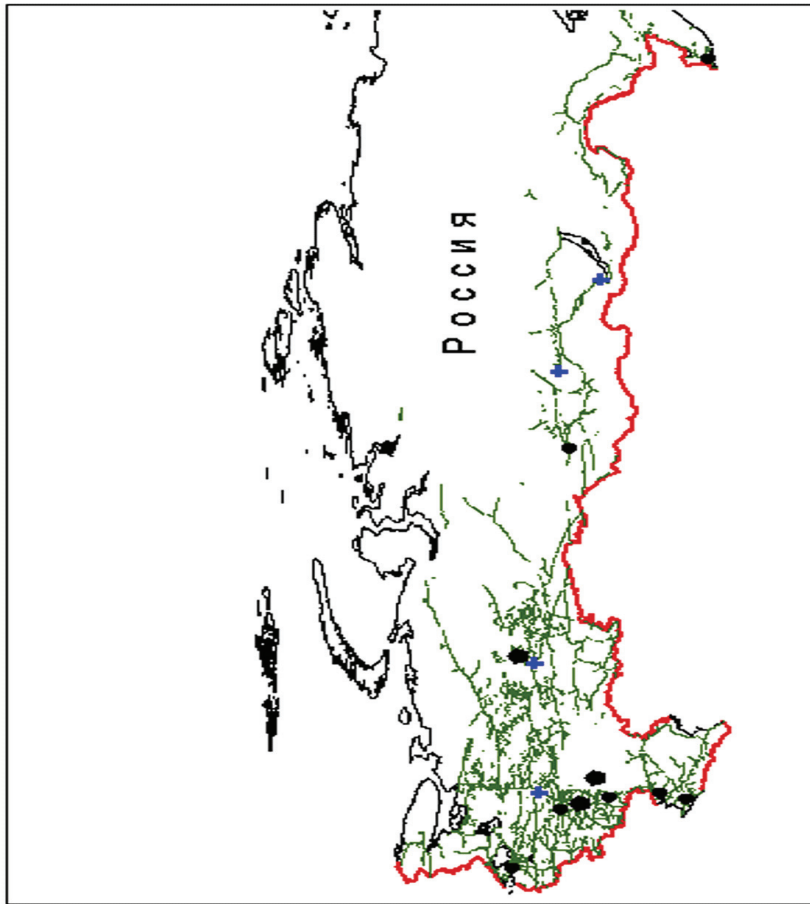


Рис. Районы возможного размещения производства, поставщики сырья и потребители продукции



### Список литературы

1. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. - М.: Финансы и статистика, 1995. - 457 с.
2. Малыгин Е.Н., Немтинов В.А. Автоматизированный выбор места строительства химических производств с учетом их влияния на окружающую среду // Моделирование и управление химико-технологическими процессами: Межвузовск. сб. науч. тр. - Калинин. 1986, - С. 104 – 108.
3. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. Оценка технико-экономической эффективности и экологической безопасности проектируемых химических производств // Перспективы развития лесного и строительного комплексов, подготовки инженерных и научных кадров на пороге XXI века: Тез. докл. Междунар. конф. - Брянск, 2000. - С. 62 – 64.
4. Оценка эффективности природоохранных мероприятий на химических предприятиях / Малыгин Е.Н., Немтинов В.А., Мокрозуб В.Г. и др. // Химическая промышленность, 1989. - 12. - С. 943.

---

#### About the Evaluation of Investment Activity Efficiency in Chemical Production

V.A. Nemtinov, Yu.V. Nemtinova

*Department "Flexible Automated Production Systems", TSTU*

**Key words and phrases:** investments; information technologies; design chemical production; efficiency.

**Abstract:** Methodics of automated calculation of investment project realisation expenditures for new chemical production is described. It can be used in evaluation of investment activity of chemical industry.

---

#### Über die Bewertung der Effektivität der Investitionstätigkeit bei der Verteilung der chemischen Produktionen

**Zusammenfassung:** Es ist die Methodik der automatisierten Berechnung der Ausgaben auf die Realisierung des Investitionsprojekts der Verteilung der neuen chemischen Produktionen beschrieben. Die Methodik kann bei der Bewertung der Investitionstätigkeit in der chemischen Produktion gebraucht werden.

---

#### Sur l'évaluation de l'efficacité de l'activité d'investissement pendant le placement des industries chimiques

**Résumé:** On a décrit la méthode du calcul automatique des frais pour la réalisation du projet des investissements pour le placement de nouvelles industries chimiques qui peut être utilisée au cours de l'évaluation de l'efficacité de l'activité d'investissement dans l'industrie chimique.