

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Зенькович М.В., Иноземцева В.С.

Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет),
Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4
mvz04@yandex.ru, v.s.inozemtseva@mail.ru,

Древс Ю.Г.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Россия, г. Москва, Каширское шоссе, д. 31
ydrevs@yandex.ru

Аннотация: В докладе рассматриваются методы позволяющие оценивать эффективность и производить сравнительный анализ альтернативных вариантов землепользования. Задача оценки эффективности землепользования сформулирована в терминах теории принятия решений. Предложенный подход основан на сведении многокритериальной задачи оценки эффективности землепользования к однокритериальной. Описываются: структура множества исходов допустимых альтернатив и множества векторных оценок исходов, отображение множества исходов допустимых альтернатив во множество векторных оценок исходов, структура предпочтений ЛПР. Сформулировано решающее правило, позволяющее производить требуемое действие над множеством альтернатив. Представленный подход, основан на применении методов системной динамики для моделирования и оценки эффективности землепользования. Описываются основные принципы построения модели. Выделены типовые элементы, из которых состоит модель. Приводятся аргументы в пользу применения моделей данного класса и делаются обобщающие выводы.

Ключевые слова: эффективность землепользования, поддержка принятия решений, системная динамика, моделирование.

Введение

С точки зрения градостроительной политики каждое предприятие может быть отнесено к категории нормально функционирующих или подлежащих реформированию.

Под «реформированием» предприятия понимается сочетание в различных комбинациях перебазирувания, перепрофилирования и реорганизации [1].

Под «перебазируванием» предприятия понимается прекращение его деятельности на ранее выделенном участке территории и возобновление той же или аналогичной деятельности на новой территории в пределах границ города. Перебазируемому предприятию должна быть, как правило, предоставлена аналогичная по площади территории или имущественный комплекс для размещения оборудования и возобновления хозяйственной деятельности.

Под «перепрофилированием» понимается изменение вида деятельности предприятия в соответствии с изменившимся режимом разрешенного использования территории, на которой расположено предприятие. Перепрофилирование сопровождается, как правило, реконструкцией и/или техническим перевооружением предприятия. В качестве частного случая перепрофилирования можно рассматривать ликвидацию предприятия.

Под «реорганизацией» понимается слияние, присоединение, разделение, преобразование предприятия, сопровождаемое, как правило, изменением режима разрешенного использования занимаемой предприятием территории без ее изменения. Реорганизация также сопровождается реконструкцией и/или техническим перевооружением производства.

Основанием для включения предприятия в перечень предприятий, подлежащих перебазируванию и перепрофилированию, служат: неудовлетворительное в течение длительного времени финансово-экономическое положение предприятия, значительный экологический вред, наносимый предприятием окружающей среде, включая и накопленный ущерб, непрофильный характер деятельности предприятия, незначительный объем реализуемой в данном городе продукции, нанесение ущерба градостроительному облику, необходимость градостроительного развития территории, неэффективность использования территории при ее высокой потенциальной ценности [2, 3].

Возникновение проблемы реорганизации промышленного предприятия обусловлено тем, что в современном экономическом климате производительность и рост производства требуют не просто увеличения объема выпускаемой продукции. Способность быстро откликаться на запросы потребителей становится ключевым фактором успеха и выживания. Введение новшеств связано не

только с обновлением оборудования, оно требует реорганизации всех производственных процессов. При этом под реорганизацией производственных процессов понимается совокупность мероприятий по комплексному совершенствованию системы управления, технологий деятельности и взаимодействий, ориентированных на стратегию развития производства.

Факторы, инициирующие необходимость реорганизации, разнообразны и каждый из них вызывает ту или иную модель реформирования. Наибольшее распространение получили три модели: модель жизненного цикла, кризисная модель и целевая модель [1].

Реформирование жизненного цикла является результатом стремления постоянно переоценивать существующие процессы. Изменения производятся постепенно, и основные процессы остаются в целом нетронутыми, а лишь слегка видоизменяются, адаптируясь к новым требованиям.

Кризисное реформирование является реакцией на нагрузку, вызванную ростом требований пользователей или организационным давлением.

Целевое реформирование имеет место тогда, когда новые цели в значительной степени отличаются от целей, поставленных изначально при разработке системы.

Наибольшие проблемы возникают при реализации кризисной модели. Во-первых, оно должно проводиться в сжатые сроки, поскольку всякое внешнее давление использует время как мощный экономический фактор: задержки реформирования обычно вызывают нелинейный рост экономических потерь предприятия. Кроме того, в настоящее время мелкий и средний бизнес редко занимается прогнозированием развития, что приводит к тому, что кризис возникает для собственника неожиданно и застает его без должной предварительной подготовки. Во-вторых, кризисное реформирование многоальтернативно: в результате анализа может быть принято любое решение вплоть до решения о ликвидации предприятия. В-третьих, увеличение внешнего давления – рост требований заказчиков и/или административного давления, имеет не абсолютный, а относительный характер: при этом учитываются реальные возможности собственника предприятия и его возможные действия. Наконец, в-четвертых, кризисное реформирование затрагивает как технологическую основу производства, так и структуру организационно-экономического управления: оно заставляет вводить новые виды деятельности, требует приобретения новых навыков, введения изменений в организационную структуру и т.д. [1].

В настоящее время основным фактором, вынуждающим собственников предприятий прибегнуть к кризисному реформированию, служит экономико-организационное давление со стороны собственников земли, в качестве которых в крупных мегаполисах часто выступает администрация. Задача, которую решает собственник земли, – это определение варианта ее наилучшего, наиболее эффективного использования. По перечисленным выше причинам следует считать кризисную модель реформирования наиболее распространенной. Реализация данной модели связано с решением целого комплекса проблем:

1. Поскольку принуждающие внешние факторы в значительной степени определяются возможной стратегией собственника предприятия, администрация должна учитывать возможные сценарии его действий. В свою очередь, собственник предприятия также должен анализировать возможные сценарии действия администрации. Имеет место классическая задача теории принятия решений.

2. Для обоснованного принятия решений требуется учитывать экономические и технические факторы, прогнозируя развитие возможных ситуаций в зависимости от принятого решения. В условиях неопределенности и при воздействии случайных факторов это можно сделать с помощью имитационного моделирования, причем для моделирования экономических и технологических процессов требуются различные инструментальные средства. Разработка и применение имитационных моделей данного класса представляет собой самостоятельную проблему. Подробнее эти вопросы рассмотрены в работах [4 – 9].

3. Решения по реформированию принимаются обычно коллегиально и требуют учета значительного числа различных факторов как на стороне администрации, так и на стороне собственника предприятия. Техническая реализация необходимого взаимодействия связана с разработкой структуры соответствующих программных и технических средств.

Методы и средства решения проблем первой группы составляют содержание данной работы.

1 Общая постановка задачи повышения эффективности землепользования

В контексте рассматриваемой проблемы задачей, решаемой собственником земли является определение варианта ее наиболее эффективного использования. Решение данной задачи предполагает рассмотрение возможных стратегий освоения и застройки земли с тем, чтобы

определить, какая из них может обеспечить ей наибольшую стоимость. Из всех возможных видов стоимости [2, 3] для оценки земли используется:

- для неспециализированной собственности – *рыночная стоимость* или *стоимость на открытом рынке*. Эти виды оценок определяются как наиболее вероятные, обоснованно достижимые (максимальная для продавца и минимальная для покупателя). Они определяются при следующих допущениях [2]: продавец готов продать; перед датой оценки был достаточный период для того, чтобы провести должный маркетинг данного права собственности, договориться о цене и условиях совершит продажу; состояние рынка, уровень цен объектов недвижимости и другие обстоятельства были на любую ранее допускаемую дату обмена контрактами теми же, что и на дату оценки; не принимается во внимание дополнительное предложение возможного покупателя с особым интересом; обе стороны сделки действовали компетентно, расчетливо и без принуждения. Важнейшая особенность, характерная для обеих стоимостей – предпосылка о необходимости рассмотрения альтернативных вариантов использования собственности и принятия решения для расчета максимально рационального варианта;
- для специализированной собственности – *остаточная стоимость замещения* – совокупная величина стоимости земли при существующем использовании и общая заменяющая стоимость зданий и других сооружений на участке, уменьшенная с учетом поправки на возраст, состояние, экономическое и функциональное устаревание. При этом *стоимость при существующем использовании* отражает возможность наилучшей цены, за которую продажа права собственности была бы совершена безусловно на дату оценки за наличный расчет при указанных выше допущениях при условии, что в обозримом будущем собственность будет использоваться только в соответствии с ее существующим использованием.

Эти допущения имеют вероятностный характер и их проявление зависит от времени, поэтому оценка достоверна в той или иной степени только на определенный период времени.

При оценке стоимости земли можно использовать один из методов, рекомендуемых для определения стоимости недвижимости: 1) затратный; 2) сравнительного анализа продаж; 3) капитализации дохода.

Первый метод заключается в том, что стоимость определяется затратами на приобретение участка земли, его благоустройство и строительство на нем оцениваемого объекта недвижимости (зданий и сооружений). Этот метод применяется при анализе нового строительства, при определении варианта использования земли и при реконструкции зданий. Недостатки затратного метода: он не отражает стоимости прогнозируемых доходов; имеют место существенные трудности и неопределенность с определением износа; не учитываются возможности применения варианта наилучшего и наиболее эффективного использования земельного участка.

Второй метод заключается в сравнении недавних продаж сопоставимых объектов с оцениваемым объектом после осуществления соответствующих корректировок, учитывающих различие между ними.

Третий метод основан на принципе ожидания того, что стоимость недвижимости определяется вероятностью будущих выгод ее владельца. В случае применения этого метода аналитики по недвижимости сталкиваются с прогнозом дохода от недвижимости, который всегда содержит элементы неопределенности, составляющие риск [2].

Применение любого метода требует наличия большого объема статистической информации и средств ее аналитической обработки [2, 3].

Из всех факторов, на основе анализа которых принимается решение о статусе предприятия (экологические нормы, экономическое состояние предприятия, стратегические интересы экономического, социального и градостроительного развития города, соответствие профиля предприятия общей градообразующей политике) абсолютный характер имеет на практике только первый фактор; остальные три фактора с помощью субъективных экспертных оценок сводятся к определению эффективности использования единицы занимаемой площади Ef_0 .

Для расчета эффективности землепользования вся территория мегаполиса разбивается на районы (промышленные зоны), для каждого из которых оценивается среднее значение эффективности Ef_{cp} . Деятельность предприятий, эффективность которых ниже среднего уровня по данной промзоне, подлежит детальному экономическому анализу.

Администрация имеет в своем распоряжении систему мер экономического воздействия на такие предприятия: ставки арендной платы за занимаемую территорию и помещения, тарифы на используемые ресурсы, штрафные санкции за экологический ущерб и деградацию земли и пр.

Воздействие на предприятие с целью инициировать его перебазирование имеет смысл только в том случае, если найден инвестор, заинтересованный в эффективном использовании освобождаемой территории.

Как видно из приведенного выше, все указанные факторы имеют качественный характер, что указывает на существенную долю субъективности при их оценке. Часто в таких случаях прибегают к экспертному оцениванию и к принятию коллективных решений. В качестве исходных данных для экспертов служат данные градостроительного паспорта предприятия, а также некоторая дополнительная информация. Градостроительный паспорт, в том числе, включает следующие разделы [2]: общие сведения; основные технико-экономические показатели деятельности предприятия; показатель оценки использования территории; санитарно-гигиеническая и экологическая характеристика; финансовые показатели. По каждому разделу введен перечень соответствующих показателей. В качестве дополнительной информации привлекаются следующие данные: номенклатура выпускаемой продукции, ее технический уровень, потребительский спрос, конкурентоспособность; производственные мощности; вид и характер технологического процесса; уровень себестоимости продукции; средняя заработная плата; экономические показатели; финансовое состояние; воздействия на окружающую среду.

В контексте последующих рассуждений важно определить статус предприятия. Введем следующие обозначения: ST0 – «продолжает функционировать без изменений»; ST1 – «подлежит перебазированию»; ST2 – «подлежит реформированию».

В случае уклонения предприятия от выполнения условий и графика реформирования к нему применяются меры экономического и организационного воздействия путем установления ставок арендной платы в особом порядке, применения повышенных ставок за ресурсные платежи, штрафных санкций за экологический и иной наносимый ущерб или в иной форме.

Реформирование производства может осуществляться за счет следующих финансовых ресурсов: собственные и привлеченные средства предприятий; средства инвесторов.

Реформирование за счет собственных и привлеченных средств предприятий. Предприятия, осуществляющие самореформирование без перебазирования производства, выплачивают в бюджет города компенсацию за существующую социальную, инженерную, транспортную инфраструктуру. При реформировании путем перебазирования производства предприятию выплачивается компенсация. В качестве компенсационных выплат могут предоставляться: бюджетные субсидии для компенсации затрат по уплате части процента по кредитам коммерческих банков; возмещение убытков, причиненных изъятием земельных участков; установление пониженных арендных ставок за землю; установление отсрочки выплаты земельного налога; предоставление земельных участков для коммерческого строительства; регулирование тарифов и прекращение действия административных санкций.

Реформирование за счет средств инвесторов. Оно имеет место при перебазировании предприятия. Оплата инвестором инвестиционного контракта осуществляется в два этапа: 1) оплата инвестором мероприятий по перебазированию предприятия; 2) компенсация городу за социальную, инженерную, транспортную инфраструктуру. Для инвестора предусматривается отсрочка по вступлению в права на застройку.

В инвестиционном процессе предпроектная подготовка реформирования промышленных предприятий включает, в частности, следующие этапы: оптимизация производственных мощностей перебазированного предприятия; уточнение номенклатуры и объемов выпуска продукции перебазированного предприятия с учетом сложившегося и прогнозируемого рынков сбыта продукции; подбор предприятия среди аналогичных или близких по профилю производства с незагруженными мощностями и с неэффективно используемыми производственными площадями; выбор оптимального варианта размещения с учетом технической возможности, экономической целесообразности, наличия трудовых ресурсов, транспортных коммуникаций, инженерного обеспечения и др.; оценка компенсационных затрат. При обосновании инвестиций рекомендуется учитывать следующие показатели: общую характеристику предприятия; мощность предприятия и номенклатуру продукции; основные технологические решения; обеспечение перебазированного предприятия ресурсами; место размещения; кадры и социальное развитие; основные строительные решения. Подлежит оценке также воздействие на окружающую среду.

Принятие решения о целесообразности инвестиций или других форм финансирования реформирования следует после оценки эффективности. При этом учитываются: стоимости различных форм реформирования по аналогам и укрупненным показателям, по прогнозным и экспертным оценкам; возможные источники и условия финансирования и инвестиций; себестоимость основных

видов продукции; прогноз изменений основных показателей и цен; тенденции изменения рентабельности; оценка риска инвестиций; возможности совершенствования проектных решений и более рационального использования ресурсов.

При расчетах предварительно проводится выбор расчетного периода (время проектирования, строительства, освоения проектной мощности, эксплуатации).

Важнейшим фактором, обеспечивающим повышение эффективности принимаемых решений, служит анализ проведенных мероприятий с целью учета результатов в будущем. Наличие такой обратной связи, необходимое в любых системах управления, позволяет исключить появление грубых ошибок

Анализ приведенных выше факторов и методов показывает:

1) значительное количество учитываемых факторов имеет качественный характер, что указывает на существенную долю субъективности при их оценке;

2) градостроительный паспорт предприятия не дает всей необходимой информации для принятия решения;

3) в основе количественных оценок при принятии решений о статусе предприятия лежит расчет экономической целесообразности;

4) решения могут приниматься как по комплексу показателей (векторному показателю), так и отдельным его составляющим (например, по санитарно-гигиенической или экологической характеристике);

5) для обоснования принимаемых решений необходим прогноз конъюнктуры рынка с целью выработки предложений по оптимальному объему и номенклатуре выпускаемой продукции, поскольку именно эти факторы определяют выбор способа реформирования;

6) должны быть приняты организационные меры и разработаны технические средства для мониторинга деятельности реформированных предприятий;

7) необходимо обеспечить накопление результатов ранее выполненных операций и мониторинга деятельности реформированных предприятий.

2 Особенности принятия решений в задачах повышения оценки эффективности землепользования

Повышение оценки эффективности землепользования – это мероприятие или система действий, объединенных единым замыслом и направленное к достижению определенной цели. Это толкование позволяет однозначно определить повышение оценки эффективности землепользования как некоторую операцию. Операция всегда является управляемым мероприятием в том смысле, что от исполнителя зависит выбор тех или иных параметров, характеризующих способ ее организации. Всякий определенный выбор таких параметров называют решением. Исследование операций не ставит задачей полную автоматизацию принятия решений; решение всегда принимается человеком (или группой лиц) – лицом, принимающим решения (ЛПР). Методы исследования операций предназначены для получения количественных данных и рекомендаций, облегчающих ЛПР принятие решения. Рассмотрим с этих точек зрения задачу повышения оценки эффективности землепользования.

В решении рассматриваемой задачи участвуют три субъекта: правительство города (области или какого-либо другого административного образования), собственник предприятия и инвестор. В качестве цели операции следует рассматривать получение экономической выгоды. Для разных субъектов операции эти цели, будучи одинаковыми по форме, по сути, противоречивы, т.к. увеличение этого показателя у одного из субъектов приводит к одновременному уменьшению у другого. Цель правительства: 1) заставить собственника предприятия реформировать предприятие или 2) заставить собственника предприятия повысить эффективность землепользования (при этом выбор способов и средств остается за собственником предприятия) 3) получить доход от отчислений в бюджет города. Цель собственника предприятия: иметь стабильную прибыль от деятельности предприятия не ниже определенного, установленного им уровня. Цель инвестора: иметь стабильную прибыль от деятельности предприятия не ниже определенного, установленного им уровня. Таким образом, цели собственника предприятия и инвестора совпадают, но эти субъекты располагают разными возможностями: собственник предприятия не имеет средств для реконструкции производства в объемах, достаточных для получения определенной прибыли, а инвестор располагает такими средствами. Поскольку правительство располагает административным ресурсом, оно фактически является руководителем операции.

В распоряжении каждого субъекта имеются по крайней мере две реализуемые стратегии. Так, правительство голода может выбирать метод санкций или стимулов; для собственника предприятия реформирование может заключаться в преобразовании, реорганизации или перебазировании; инвестор определяет целесообразность инвестиций и стратегию использования освобождающихся территорий. Очевидно, что существует возможность выбора поведения, причем выборы субъектов взаимосвязаны, что определяет, во-первых, этапность принятия решений и, во-вторых, большое число рассматриваемых вариантов стратегий.

Задача классифицируется как поиск компромисса. Субъекты принимают решения независимо друг от друга, основываясь на собственных оценках эффективности операции, но учитывают решения друг друга в определенных пределах. Каждый субъект, выбирая собственное решение, должен учитывать стратегию других субъектов, которая точно неизвестна, поскольку неизвестны допустимые для них уровни эффективности. Поиск решения продолжается до тех пор, пока оно не будет найдено.

В начальный момент времени экономическая эффективность использования территории предприятия $Ef = Ef_0 S$, где S – площадь территории, что ниже возможной эффективности: $\Delta Ef = Ef - Ef_{cp} S$ и $\Delta Ef < 0$. Прибыль предприятия, расположенного на этой территории, составляет величину $P = Inc - Ef$, где Inc – доход от реализации продукции. Правительство региона заинтересовано в том, чтобы с помощью мер экономического давления обеспечить $\Delta Ef > 0$ и максимизировать эту величину до уровня ΔEf_{max} . Предприятие не может существовать, если прибыль падает ниже некоторого уровня P_{min} . Для того, чтобы обеспечить $Inc = P_{min} + Ef_{cp} S + \Delta Ef_{max}$, предприятие должно затратить некоторые средства C на реорганизацию производства на занимаемых площадях. Это процесс реконструкции – реорганизации или перепрофилирования.

Если предприятие не располагает такой возможностью, то оно подлежит перебазированию. Перебазирование и освоение освободившейся территории производится за счет инвестора. Его интерес состоит в том, чтобы инвестируемые средства I были бы минимальны, обеспечивая, тем не менее, перебазирование предприятия (затраты C_n), отчисления администрации в объеме, не меньшем ΔEf_{max} , и последующий рост прибыли. Если потенциальным инвестором будет признано, что при заданной величине ΔEf_{max} он не получит прибыли, то инвестиций не будет [10].

Таким образом, если правительство по каким-либо причинам заинтересовано в освобождении территории, то оно должно выбрать величину ΔEf так, чтобы она была невыгодна собственнику предприятия, но удовлетворяла бы потенциального инвестора. При больших значениях ΔEf собственник примет решение о ликвидации предприятия, а инвестор не будет найден, что приведет к тому, что эффективность землепользования $Ef = 0$.

3 Задача оценки эффективности землепользования как объект теории принятия решений

Задача принятия решений содержательно может быть сформулирована следующим образом: имеется множество вариантов решения (альтернатив), реализация каждой альтернативы приводит к наступлению некоторых последствий (исходов), анализ и оценивание исходов по набору показателей эффективности (критериев) однозначно характеризует альтернативы. Требуется, изучив предпочтения ЛПР, построить модель выбора альтернативы, лучшей в некотором смысле.

Задача принятия решений может быть представлена коротким следующим вида [11]:

$\langle A, \Omega, E, F, P_s, D, T \rangle$,

где исходными полагаются: A – множество допустимых альтернативных вариантов (альтернатив); Ω – множество исходов допустимых альтернативных вариантов; E – множество векторных оценок исходов; F – отображение множества Ω исходов допустимых альтернатив в множество E векторных оценок исходов $F: \Omega \rightarrow E$; P_s – структура предпочтений ЛПР.

Необходимо построить некоторое решающее правило, или алгоритм D , позволяющее производить требуемое действие T над множеством альтернатив A : найти наиболее предпочтительную альтернативу, выделить множество недоминируемых альтернатив, линейно упорядочить множество допустимых альтернатив и т.п. Требуемое действие T над множеством альтернатив A характеризует тип задачи принятия решений (выбор, упорядочение и т.п.).

Альтернативой будем называть вариант решения, удовлетворяющий ограничениям задачи и являющийся способом достижения поставленной цели. Последствия применения альтернативы в качестве управляющего воздействия называются исходами. Среда и система предпочтений представляются элементами Ω, E, F, P_s, D . При этом каждой альтернативе соответствует

единственный (детерминированный или случайный) исход, который характеризуется векторной оценкой. Средой задачи принятия решений [11] назовем те условия, в которых оно осуществляется и которые необходимо учитывать при формализации и решении задачи. Выделяются задачи принятия решений: в условиях определенности, когда каждой альтернативе соответствует строго определенный исход; в условиях риска, где исход является дискретной или непрерывной случайной величиной с известным законом распределения; в условиях неопределенности, когда исход является случайной величиной, закон распределения которой неизвестен.

Под системой предпочтений ЛПР, будем понимать [11] совокупность его представлений (о критериях достижения поставленной цели, достоинствах и недостатках сравниваемых альтернатив), позволяющих производить целенаправленный выбор элементов из множества A в соответствии с требуемым действием T . Система предпочтений ЛПР описывается совокупностью некоторых множеств (например, критериев, альтернатив, исходов) с отношениями предпочтения и является некоторой эмпирической системой с отношениями. Структурированное представление системы предпочтений ЛПР в виде множества с отношениями между его элементами называется структурой предпочтений ЛПР. Структура предпочтений определяет [11] процедуру сравнения оценок $e(\omega)$, а решающее правило или алгоритм – принцип выбора элементов из множества A на основе результатов сравнения в соответствии с требуемым действием T .

В рассматриваемой задаче элементами кортежа являются:

1. Отображением $F: \Omega \rightarrow E$ является вектор-функция вида:

$$F(\omega) = (\Delta Ef(\omega), Inc(\omega), I(\omega)),$$

где $\Delta Ef(\omega)$ – функция критерия «экономическая эффективность использования территории предприятия»; $Inc(\omega)$ – функция критерия «доход от реализации продукции»; $I(\omega)$ – функция критерия «величина необходимых инвестиций».

2. Множество оценок исходов E . Элементами множества являются векторы $e(\omega) \in E$, значения компонент которых соответствуют значениям критериев ΔEf , Inc и I рассчитанных для соответствующих исходов ω .

3. Требуемое действие T над множеством допустимых альтернатив A состоит в нахождении наиболее предпочтительной альтернативы $a^* \in A$. линейно упорядочить множество допустимых альтернатив.

4. Решающее правило D . Требуется найти такую альтернативу $a^* \in A$, для которой соответствующий ей исход $\omega^* \in \Omega$, через время t с момента начала операции обеспечивает выполнение следующих условий:

$$\Delta Ef(t) = Ef_{cp}(t)S - Ef(t) = \Delta Ef(\omega^*) \quad (1)$$

$$Inc(t, \omega^*) = Inc_{мин} - \Delta Ef(\omega^*) - Ef(t) > P_{мин}(t) \quad (2)$$

$$Inc(t, \omega^*) = Inc_{мин}(t+\tau) - \Delta Ef(\omega^*) - Ef(t) - C > P_{мин}(t) \quad (3)$$

$$Inc(t, \omega^*) = Inc_{мин}(t+\tau) - \Delta Ef(\omega^*) - Ef(t) - C < P_{мин}(t) \quad (3^*)$$

$$I(t) = \Delta E f(\omega^*) + E f(t) + C_n \quad (4)$$

$$P(t+\tau) = G[I(t), \tau, \theta^*] = P(\theta) \quad (5)$$

Уравнение (1) означает, что выбранная стратегия должна обеспечить правительству эффективность землепользования не хуже некоторой выбранной величины с задержкой на время t . Уравнение (2) означает, что выбранная стратегия такова, что доход предприятия компенсирует дополнительную эффективность землепользования, а также обеспечивает некоторый выбранный уровень прибыли собственнику предприятия. При этом увеличение дохода не сопровождается дополнительными расходами. Уравнение (3) имеет место в случае, если найдена такая стратегия

реорганизации предприятия, что с некоторым запаздыванием τ доход компенсирует затраты на реорганизацию, обеспечивает требуемый уровень эффективности и размер прибыли собственника предприятия не ниже выбранного уровня. Уравнение (3*) означает, что такой стратегии не найдено. Уравнение (4) определяет затраты инвестора. В равенстве (5) обозначения имеют следующий смысл: $P(t + \tau)$ – прибыль инвестора по истечении времени τ после освоения им территории; θ – множество стратегий, используемых инвестором при освоении территории; $G[I(T), \tau, \theta^*]$ – зависимость потенциальной прибыли от объема инвестиций при выбранной стратегии θ^* .

Анализ полученной системы уравнений показывает, что определяющей величиной, от которой зависит реализация уравнения (3) или (3*), является (при заданном значении $P_{\min}(t)$) величина $\Delta Ef(\omega^*)$: именно эта величина служит управляющим воздействием, которое определяет ход операции: от ее значения зависит принятие решения по способу реформирования. Эта зависимость имеет вероятностный характер (рис. 1). При увеличении ΔEf вероятность принятия решения собственником предприятия о перебазировании P_{Π} увеличивается. Можно выделить определенные зоны в диапазоне изменения величины ΔEf : на участке от 0 до ΔEf_1 с определенными вероятностями собственник предприятия принимает решение о сохранении производства без изменений; на участке от ΔEf_1 до ΔEf_2 будет принято решение о реорганизации производства; на участке от ΔEf_2 будет принято решение о ликвидации предприятия или о его перебазировании – в зависимости от наличия инвестора [10].

Пунктирная кривая на рис. 1 показывает вероятность нахождения инвестора: она падает с ростом требований к эффективности со стороны правительства. Таким образом, на участке от 0 до ΔEf_1 собственник предприятия принимает решение о сохранении производства неизменным, с вероятностью $(1 - P_{\Pi}P_{\Pi} - P_{\Pi}(1 - P_{\Pi}))$ и правительство получает прирост эффективности землепользования $0 < \Delta Ef < \Delta Ef_1$; на участке от ΔEf_1 до ΔEf_2 собственник предприятия принимает решение о реорганизации производства с вероятностью $(1 - P_{\Pi})$ и правительство получает прирост эффективности землепользования $\Delta Ef_1 < \Delta Ef < \Delta Ef_2$; на участке от ΔEf_2 собственник предприятия принимает решение о перебазировании при наличии инвестора с вероятностью $P_{\Pi}P_{\Pi}$ и тогда правительство получает прирост эффективности $\Delta Ef > \Delta Ef_2$ или собственник предприятия принимает решение о ликвидации предприятия при отсутствии инвестора с вероятностью $P_{\Pi}(1 - P_{\Pi})$ и тогда правительство вообще лишается на некоторое время платы за землепользование.

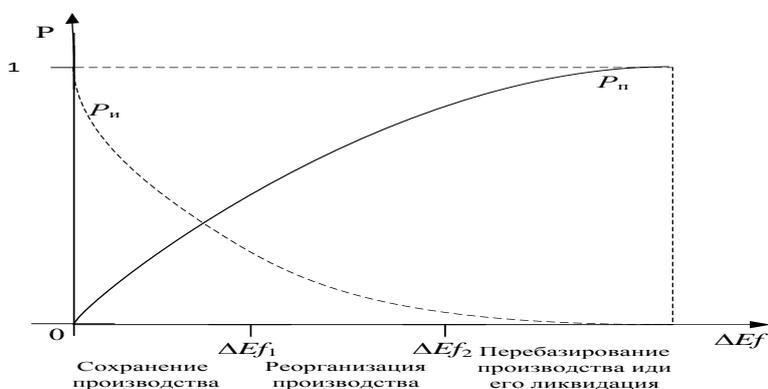


Рис. 1. Зависимости вероятности принятия решения собственником предприятия о перебазировании и вероятности нахождения инвестора от величины $\Delta Ef(\omega^*)$.

4 Анализ взаимоотношений субъектов в процессе реформирования предприятий

Проведем анализ взаимодействия участвующих в процессе реформирования предприятий субъектов. Инициатива реформирования в общем случае принадлежит администрации в лице правительства города (ПГ). Основанием для этой инициативы служит низкая эффективность землепользования или вред, наносимый предприятием окружающей среде. Оценка эффективности выполняется путем сравнения со средней эффективностью, исчисленной для данной экономической зоны, или желательной, исходя из конъюнктуры рынка недвижимости. Она определяется, в основном, налоговыми сборами и арендной платой, отнесенными к площади занимаемой территории.

В частном случае, когда реформирование заключается в реконструкции производства или его техническом перевооружении, инициатива может исходить от собственника предприятия, если он считает недостаточной экономическую эффективность предприятия. Практическая реализация инициативы реформирования со стороны ПГ начинается с включения мер стимулирования. В

качестве таких мер применяются: повышение ставок арендной платы за землепользование, увеличение ресурсных платежей, введение штрафных санкций, компенсация затрат на реорганизацию, возмещение ущерба от перебазирования и пр. Поскольку бюджетными средствами для проведения реформирования ПГ, как правило, не располагает, ее инициирование начинается при наличии уверенности в возможности получения инвестиционных средств на случай, если собственник предприятия сочтет реорганизацию или перепрофилирование обременительными. Собственник предприятия (СП) оценивает экономическую эффективность предстоящих преобразований. Возможные альтернативы при принятии решений состоят в следующем.

Затратные меры стимулирования, применяемые к нему городским правительством (такие как повышение ставок арендной платы за землепользование, увеличение ресурсных платежей, введение штрафных санкций), должны компенсироваться соответствующим повышением доходов СП от реализации продукции или услуг. В этом случае СП может проводить реорганизацию или перепрофилирование за счет собственных средств, имея в виду прогнозируемую оценку доходов. Если подобный исход операции признается неэффективным, возникает задача перебазирования. К ее решению привлекается инвестор.

Инвестор будет участвовать в операции только в том случае, если будет уверен в получении конечной прибыли, причем в обозримый период времени. В сопоставлении доходов и расходов учитываются: затраты на перебазирование предприятия; затраты на освоение освободившейся территории; ресурсные платежи; арендная плата за землепользование; все расходы, связанные с производственной деятельностью; прогнозируемые доходы от производственной деятельности. Решение инвестора зависит от установленного им для себя минимального или достаточного уровня доходов.

Таким образом, все три стороны, участвующие в операции, преследуют свои собственные цели, выражающиеся в максимизации собственного экономического эффекта с учетом фактора времени или в поддержании его на уровне, не ниже заданного. Рассмотренные взаимоотношения могут быть формализованы в виде следующей модели (рис. 2).



Рис. 2. Модель взаимоотношений субъектов, в процессе реформирования предприятий.

Правительство города получает информацию о среднем уровне эффективности землепользования в промзоне нахождения предприятия (дуга 1). Сравнивая его с эффективностью, обеспечиваемой данным предприятием, ПГ принимает решения о воздействиях на СП и реализует их в виде информационного потока 2. Если СП считает, что требуемую эффективность можно обеспечить, не изменяя характер деятельности (например, за счет повышения цены продукции или услуг), и принимает соответствующее решение (дуга 3), то с задержкой τ на время реализации этого решения за счет увеличения дохода, получаемого от источника дохода ИД (дуга 4), увеличиваются выплаты правительству города (дуга 5). В частном случае, когда реформирование заключается в реконструкции производства или его техническом перевооружении, инициатива может исходить от собственника предприятия, если он считает недостаточной экономическую эффективность предприятия. На схеме (рис. 2) соответствующий информационный поток представлен дугой 11. Если принимается решение о реорганизации или перепрофилировании предприятия, то по дуге 6

производятся затраты на эту операцию; увеличивается доходность и растет прибыль предприятия (по дуге 7 с задержкой на время реализации решения), после чего вновь работает дуга 5. Не исключена возможность принятия стимулирующих мер со стороны ПГ (дуга 11). Если СП принимает решение о перебазировании, то по-прежнему реализуются пути 6 и 7, однако теперь с участием инвестора. Он вкладывает средства в перебазирование (дуга 8) и в получение дохода (дуга 9), после чего с задержкой получает доход (дуга 10) и обеспечивает правительству города требуемую эффективность землепользования (дуга 11). Решение инвестора зависит от установленного им достаточного уровня доходов, что представлено на схеме дугой 12.

Анализ сформированной общей модели обнаруживает наличие общих подграфов (связи по дугам 3 и 4, 6 и 7, 9 и 10), что дает основания для разработки и исследования отдельных частных моделей. Следует подчеркнуть, что в этих подграфах выполнение расчетов по дугам связано с прогнозированием рынка. Сформулированная модель имеет вид графа. Дуги имеют разный характер для инцидентной вершины: затратный (исходящая дуга) или прибыльный (входящая дуга).

На разных этапах реорганизации предприятий в решении возникающих задач принимают участие собственник предприятия, правительство города и инвестор. Каждое решение определяет исходные данные для следующего этапа, поэтому все они оказываются взаимосвязанными, а для выбора рационального варианта следует анализировать всю динамику реализации принимаемых решений. В социально-экономических и организационных системах такой анализ целесообразно выполнять методами системной динамики. Системная динамика – это методология анализа и исследования сложных динамических систем. Моделирование сложных систем методами системной динамики служит для их анализа с учетом всех основных внутренних и внешних связей, для изучения возможных последствий решений, принимаемых в системе или воздействующих на нее. Системная динамика концентрирует свое внимание на структуре системы и, прежде всего, на взаимодействии существующих в системе цепочек обратных связей [12].

С точки зрения системной динамики доходы и расходы, а также заданная эффективность представляют собой уровни; они изменяются во времени или остаются постоянными. Темпами в данном контексте являются темпы инвестиций и темпы освобождения и освоения территорий. Материальные потоки идентифицируются как потоки денежных средств. В рассматриваемой системе имеют место и информационные потоки – обмен данными и принимаемыми решениями, хотя полнота и релевантность циркулирующей информации в общем случае не гарантированы.

Представим рассмотренные взаимодействия в виде диаграммы причинно-следственных связей. За основу для построения возьмем граф изображенный на рис. 2. Предварительно проведем декомпозицию этого графа, выделив дуги, инцидентные вершинам ПГ и СП, и частичные графы (модели ЧМ).

Требуемый уровень эффективности задается в виде константы \mathcal{E} . Ее анализ приводит к включению стимулирующих факторов в форме повышения арендных ставок, ресурсных платежей и штрафов, что эквивалентно появлению дополнительного материального потока от СП к ПГ (дуга 5). Он имеет место, если принято решение о реформировании или перебазировании предприятия. Вместе с ним возникает материальный поток, обусловленный дополнительными затратами на реформирование или перебазирование. Его можно представить как материальный поток, обеспечивающий увеличение выпуска продукции или объема и качества предоставляемых услуг (дуга 6). Он, в свою очередь, порождает материальный поток по дуге 7 – доходы от реализации продукции или услуг. Заметим, что этот поток возникает с задержкой, обусловленной конечной скоростью роста этих доходов. Аналогичный характер имеет граф в случае принятия решения о реформировании или перебазировании предприятия.

Если принято решение о перебазировании предприятия ($ST2 = 1$), то в операцию включается инвестор (И). Он формирует три материальных потока: 1) финансирование реализации проекта перебазирования (выплаты собственнику предприятия, дуга 8); 2) арендная плата и ресурсные платежи правительству города после перебазирования (дуга 11); 3) затраты на производство товаров или услуг после освоения освободившейся территории (дуга 9). Поступающий к нему материальный поток по дуге 10 – это доходы от реализации товаров или услуг.

Решение о включении предприятия в список предприятий, подлежащих перебазированию или реорганизации (присвоение статуса $ST1 = 1$ или $ST2 = 1$) принимается на основании анализа разницы P между фактическим доходом ПГ от деятельности данного предприятия ($ДПГ$) и возможным доходом, задаваемым как константа эффективности \mathcal{E} в виде цели операции. Эта цель инициирует операцию, которая управляется путем изменения темпа предъявления санкций ($ТСн$) или темпом стимулирования ($ТСм$) и для ПГ характеризуется темпом получения дохода. Окончательное решение

о статусе: $ST1 = 1$ или $ST2 = 1$ зависит от решения собственника предприятия. Предъявление санкций равносильно увеличению уровня доходов ПГ за счет уменьшения фондов СП; стимулирование равносильно временному сокращению ДППГ. Время, в течение которого допустимо стимулирование, подлежит анализу. Реализации модели зависит от решений, принимаемых собственником предприятия, т.е. носит условный характер. Заметим, что предложенные модели допускают постановку оптимизационных задач. В этом случае принятие решений связывается с максимизацией эффективности. Во всех случаях решение сопровождается риском.

Для собственника предприятия информационный поток 1 приводит к расходам РСР. Все решения принимаются СП на основе анализа разницы P между доходом ДСП и некоторым определенным уровнем прибыли Π . Возможные решения показаны в виде информационных потоков ИП1 – ИП4. Решение ИП1 означает самореорганизацию предприятия без перебазирования. В этом случае к предприятию применяются санкции. Темп этих санкций $ТСн$ определяет скорость уменьшения фондов СП (ФСР) и, соответственно, увеличения доходов ПГ (ДППГ). Решение ИП2 означает перебазирование предприятия. Для СП в принятой модели безразлично, из каких источников производятся компенсации. Решение ИП2 увеличивает темп компенсаций (ТК), что приводит к пополнению фондов СП. Если принято решение ИП1, то вместе с ним должно быть принято решение ИП3, регулирующее темп затрат на реорганизацию (ТЗ) и решение ИП4, регулирующее темп получения прибыли (ТП). С некоторой задержкой увеличившаяся прибыль приводит к росту доходов СП (ДСР). Если принято решение ИП2, то вместе с ним должно приниматься решение ИП4, регулирующее темп получения прибыли ТП. С задержкой на время перебазирования растет доходность предприятия ДСП. Решения сопровождаются рисками.

В случае инвестора И решение о целесообразности инвестирования принимается на основе анализа разности между прогнозируемым уровнем доходов инвестора (ДИ) и некоторым допустимым уровнем прибыли (Π). Как и во всех других вариантах решение сопровождается риском.

Решение управляет темпом инвестирования (ТИ), который определяет скорость уменьшения инвестиционного фонда: часть инвестиций идет на увеличение ДППГ, другая часть – на увеличение фонда СП, который идет на покрытие расходов, связанных с перебазированием предприятия. Темп инвестирования определяет темп перебазирования и освобождения территории (ТО), который, в свою очередь, определяет темп прибыли инвестора (ТПБ), за счет чего увеличивается его доход ДИ (с задержкой, связанной с освоением освобожденных территорий).

Рассматриваемые модели представляют собой модели действий ЛПР. Перейдем к составлению уравнений системной динамики, моделирующие эти действия. Представим взаимодействия, показанные на рис. 2 в виде уравнений системной динамики:

Модель действий правительства города:

$$ДПГ.К = ДПГ.Л + ТСн.ЖК * ДТ, \quad ТСн.ЖК = TABLE(P.K, ФСП.К, Ф, ST1)$$

или

$$ДПГ.К = ДПГ.Л - ТСм.ЖК * ДТ, \quad ТСм.ЖК = TABLE(P.K, ФСП.К, Ф, ST2).$$

Модель действий собственника предприятия

$$ДСП.Л = ДСП.К - ТЗ.ЖК * ДТ + ТП.КЛ * ДТ, \quad ДСП.К = ДСП.Л - ТСн.ЖК * ДТ,$$

$$ТП.КЛ = TABLE(ТП.ЖК, ФР), \quad ТЗ.ЖК = TABLE(Ф),$$

где ΦP – факторы рынка, определяющие цену продукта или услуги. Следует обратить внимание на то, что уравнение для $ТП.КЛ$ предполагает экстраполяцию или иной вид прогнозирования.

Модель действий инвестора

$$ДИ.Л = ДИ.К - ТИ.ЖК * ДТ - ТО.ЖК * ДТ + ТП.КЛ * ДТ, \quad ТИ.ЖК = TABLE(Ф, ФР),$$

$$ТО.ЖК = TABLE(Ф, ФР), \quad ТП.КЛ = TABLE(ТП.ЖК, ФР).$$

Исходные данные для этих моделей формируются моделью взаимодействия ЛПР, которая представляет собой набор логических условий, определяющих условия принятия тех или иных решений собственником предприятия и инвестором. Простота реализации предложенных моделей позволяет быстро просматривать достаточно большое количество вариантов и анализировать условия их реализации. Такая возможность обеспечивается наличием эффективных программных средств, позволяющих автоматизировать процессы анализа и синтеза моделей, основанных на применении методов системной динамики.

Заключение

Рассмотрены методы позволяющие оценивать эффективность и производить сравнительный анализ альтернативных вариантов землепользования. Задача оценки эффективности землепользования сформулирована в терминах теории принятия решений. Описываются: структура

множества исходов допустимых альтернатив и множества векторных оценок исходов, отображение множества исходов допустимых альтернатив во множество векторных оценок исходов, структура предпочтений ЛПР. Сформулировано решающее правило, позволяющее производить требуемое действие над множеством альтернатив. В решении рассматриваемой задачи участвуют три субъекта: правительство голода, собственник предприятия и инвестор. В качестве цели операции следует рассматривать получение экономической выгоды. Для разных субъектов операции эти цели, будучи одинаковыми по форме, по сути, противоречивы, т.к. увеличение этого показателя у одного из субъектов приводит к одновременному уменьшению у другого. В распоряжении каждого субъекта имеются по крайней мере две реализуемые стратегии. Так, правительство голода может выбирать метод санкций или стимулов; для собственника предприятия реформирование может заключаться в преобразовании, реорганизации или перебазировании; инвестор определяет целесообразность инвестиций и стратегию использования освобождающихся территорий. Очевидно, что существует возможность выбора поведения, причем выборы субъектов взаимозависимы. Для отображения взаимодействий субъектов предложена модель в виде графа. Разработаны модели действий ЛПР в процессе нахождения приемлемого варианта землепользования, основанные на применении методов системной динамики. Задача сформулирована в виде совокупности уравнений общего вида. Их анализ позволил выделить определяющую величину, которая служит управляющим воздействием для принятия определенного решения. Исходные данные для этих моделей формируются моделью взаимодействия ЛПР, которая представляет собой набор логических условий, определяющих условия принятия тех или иных решений собственником предприятия и инвестором. Простота реализации предложенных моделей позволяет быстро просматривать достаточно большое количество вариантов и анализировать условия их реализации. Такая возможность обеспечивается наличием эффективных программных средств, позволяющих автоматизировать процессы анализа и синтеза моделей, основанных на применении методов системной динамики.

Литература

1. *Калянов Г.Н.* Теория и практика реорганизации бизнес-процессов – М.: СИНТЕГ, 2000. – 203 с.
2. *Рахман И.А.* Методы оценки и прогнозирования развития сферы недвижимости в строительстве. – М.: МАКС Пресс, 2001. – 92 с.
3. *Рахман И.А.* Оценка объектов недвижимости, нематериальных активов и бизнеса. – М.: МАКС Пресс, 2003. – 148 с.
4. *Зенькович М.В., Древис Ю.Г.* Поддержка принятия решений при оценке инвестиционных проектов создания литейных производств // Прикладная информатика. 2012. № 5(41). С. 103-113.
5. *Зенькович М.В., Древис Ю.Г.* Задача поддержки принятия решений при оценке инвестиционных проектов создания литейных производств на базе формовочных линий // Программные продукты и системы. 2012. № 4. С. 242-247.
6. *Зенькович М.В., Древис Ю.Г.* Повышение эффективности принятия решений при оценке инвестиционных проектов создания и модернизации цехов машиностроительных предприятий // Технология машиностроения. 2017. № 10. С. 65-72.
7. *Mikhail V. Zenkovich, Yury G. Drevis.* An application of simulation for foundry plants investment projects estimation of efficiency // International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences Vol. 9, 2015. pp. 99-104.
8. *Mikhail V. Zenkovich, Yury G. Drevis.* A simulation based decision-making support approach for machine-building plants investment projects estimation of efficiency // Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol. 81 Issue 3, 2015. pp. 405-412.
9. *Mikhail V. Zenkovich, Yury G. Drevis., Valentina S. Inozemtseva, Nadezhda A. Shevchenko.* Industrial plants investment projects efficiency estimation based on simulation and artificial intelligence methods // Procedia Computer Science. Postproceedings of the 11th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2020. 2021.
10. *Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В., Слядзь Н.Н., Глушков В.И.* Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
11. *Древис Ю.Г., Штернберг М.А.* Алгоритмизация процесса принятия решений в задаче перебазирования предприятий // Научная сессия МИФИ-2005. Сборник научных трудов. Т.12. – М.: МИФИ, 2005. – С. 107-108.
12. *Форрестер Дж.* Основы кибернетики предприятия (Индустриальная динамика). – М.: Прогресс, 1971 – 24 с.