УДК 519.863

*Экономико-математическое моделирование*

*ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING*

Оптимизационные модели упРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЯМИ **ПРИ СОЗДАНИИ НОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ** С учетом неопределенности и риска

Optimization models of investment MANAGEMENT with creating new enterprises in the uncertainties and risks

*А.В. Мищенко,*

*доктор экономических наук,*

*профессор кафедры логистики*

*Государственный университет – Высшая школа экономики*

*e-mail:* *nesterovich@gnext.ru*

*М.А. Перцева,*

*аспирант кафедры математических методов в экономике*

*Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова*

*e-mail:* *marypertseva@mail.ru*

***A.V. Mishchenko,***

*doctor of Economic Sciences,*

*professor of Logistics*

*State University - Higher School of Economics*

***M.A. Pertseva,***

*graduate student of Department of Mathematical Methods in Economics*

*Plekhanov Russian University of Economics*

**Аннотация**

Непрерывное изменение окружающей внешней среды ставит перед компаниями ряд задач, от решения которых будет зависеть их конкурентные преимущества на рынке. Во многом успешное функционирование компании может зависеть от эффективности распределения инвестиционных ресурсов. Для компаний, основным видом деятельности которых является импорт готовой продукции, одним из наиболее важных решений является «делать самому или покупать». При поиске вариантов и возможностей дальнейшего развития ответ может заключаться во вложении средств в создание собственной производственной номенклатуры. Представленные в работе оптимизационные модели помогают понять, насколько целесообразно данное решение.

**Abstract**

The continuous change of the surrounding environment poses a number of problems facing companies, the solution of which will depend on their competitive advantage in the market. In many ways, the success of the company may depend on the efficiency of allocation of investment resources. For companies whose main activity is to import finished products, one of the most important decisions is to "make your own, or buy." When looking for opportunities for further development and the answer may be to invest in building its own production range. Presented in this paper optimization models help us to understand how reasonable the decision.

***Ключевые слова:*** *оптимизация, компания, производственная программа, заемные средства, управление.*

***Keywords:*** *optimization, the company, the production program, loans, management.*

**Введение**

На практике, компании в большей степени передают на аутсорсинг второстепенные функции, сосредоточив свое внимание на ключевых компетенциях. К числу видов деятельности, передаваемых на управление сторонней организацией, относится транспортировка, экспедирование, складирование, упаковка продукции, сбыт, информационно - техническая поддержка и т.д. В тоже время с каждым годом начинает приобретать все большую популярность производство по контракту [Дж. Брайан Хейвуд]. Причинами передачи данной функции на аутсорсинг служат следующие факторы: существование высокой неопределенности спроса при выходе на новый рынок, текущие прогнозы по требуемым объемам продаж не оправдывают создание собственного производства, отсутствие опыта об организации производства, соблюдение законодательства, ограничения в условиях производства в рассматриваемой стране. [Линдере М., с. 637]. Однако непрерывное изменение внешней среды, непосредственным образом влияет на деятельность компании и ставит перед ней все новые и новые задачи, решение которых позволит им сохранить свои конкурентные преимущества и позиции на рынке. Решение задачи «делать или покупать» должно приниматься компанией постоянно. В том числе отказ от контрактного производства в пользу собственного может произойти в связи с появлением следующих причин: снижение неопределенности спроса на рынке, заключение долгосрочных контрактов с потребителями продукции, значительное увеличение объемов потребления на рынке и производство на экспорт, расширение производимой номенклатуры товаров и необходимость сохранения технологии производства, невозможность гибкого реагирования поставщика услуг в ситуациях увеличения планов производства, приобретения навыков и опыта деятельности компании и т.д. Перечисленные факторы инициируют начало инсорсинга и рассмотрения дальнейших перспектив создания собственного предприятия.

Понятие «организация производства» подразумевает под собой создание предприятия, путем привлечения финансовых активов для осуществления закупки производственного оборудования, сырья и материалов, формирования рабочего персонала. Также оно включает в себя определение методов и моделей планирования производства и реализации готовых продуктов.

**1. Анализ и систематизации математических моделей управления инвестициями**

Основным моментом в процессе улучшения и оптимизации деятельности предприятия является формирование производственной программы при условии рационального использования всех ресурсов организации. Далее будут разобраны модели оптимизации прибыли организации, базовой из которых является модель выбора оптимальной производственной программы предприятия, выпускающей несколько видов различной продукции.

***Модель без привлечения кредита с изначально доступным, сырьём и оборудованием***

Данная модель позволит рассчитать производственную программу промышленного предприятия при условии, что у компании существуют запасы сырья и материалов, а также оборудования, необходимого для изготовления готовой продукции. Предполагается, что предприятие производит продукцию в различных объемах, которые задаются с помощью некого множества производственных программ *X = {х1,...,хN},* где *хk = (х1k,... ,хnk),* а производственная программа *k* = (1,…*, N*)задает объемы выпуска по всей продукции вида *i (i =* 1,…,*n),* где *n* - количество видов выпускаемой продукции.

В данной модели будут использованы следующие обозначения:

*Zпост* - постоянные затраты;

*ai -* цена реализации единицы продукции вида *i;*

*bi -* переменные затраты на выпуск единицы продукции вида *i;*

*ci = ai - bi -* маржинальный доход при выпуске продукции вида *i;*

*lij -* норма потребления ресурса *i* т.е. объем ресурса вида *j* (*j*=1,...,М, где М число видов ресурса), требуемый для производства единицы продукции вида *i;*

*Lj -* запасы ресурса вида *i*;

*tif -* время загрузки единицы оборудования вида *f (f* =1,...,*K*, где *K* – это число видов оборудования) для выпуска единицы продукции вида *i*;

*kf -* число единиц оборудования вида *f;*

*τf* – эффективное время бесперебойной работы оборудования вида *f,* т.е. это календарное время эксплуатационной фазы за вычетом времени на переналадку, регламентное обслуживание и другие виды работ, при проведении которых оборудование вида *f* не может использоваться в производственном процессе;

Таким образом, функция, максимизирующая прибыль компании, будет иметь вид:

$\sum\_{i=1}^{n}c\_{i}x\_{i}-Z\_{пост}\rightarrow max$*.* (1)

Ограничениями являются ресурсы и оборудование:

$\sum\_{i=1}^{n}l\_{ij}x\_{i}\leq L\_{j}, j=\overline{1,M}$*;* (2)

$\sum\_{i=1}^{n}t\_{if}x\_{i}\leq k\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,K}$*;*  (3)

$x\_{i}\geq 0, x\_{i} ϵ Z $, (4)

где Z - множество целых чисел.

При использовании данной модели используется одно допущение: кредит предприятия погашается за счет доходов от его производственной деятельности.

***Модель с привлечением кредита для увеличения объема выпуска и с изначально частично доступным сырьем и оборудованием***

Данная модель может быть использована в ситуации, когда для увеличения производимой продукции привлекаются дополнительные ресурсы.

Как и в предыдущей модели, предприятие в ограниченный период времени может выпустить продукцию в объемах, которые заданы альтернативными производственными программами множества *X = {х1,...,хN},* где *хk = (х1k,... ,хnk)*.

Будем считать, что предприятие привлекает кредит в объеме *V* для закупки дополнительных материальных ресурсов производства *Lj+* и оборудования *γf* .

В модели использованы следующие обозначения:

*V* - объем привлекаемого кредита под *α* процентов;

*βj* - цена единицы ресурса вида *j* (*j=1,...,М*);

*γf* - цена единицы оборудования вида *f* (*f*=1*,...,К*);

*Lj*+ *Lj+* - запас ресурса вида *j*;

*kf* + *γf* - число единиц оборудования вида *f*.

Сформулируем функцию максимизации прибыли предприятия:

$\sum\_{i=1}^{n}c\_{i}x\_{i}-Z\_{пост}\rightarrow max.$(5)

Ограничения на ресурсы и оборудование:

$\sum\_{i=1}^{n}l\_{ij}x\_{i}\leq L\_{j}+L\_{j}^{+}, j=\overline{1,M}$*;* (6)

$\sum\_{i=1}^{n}t\_{if}x\_{i}\leq \left(k\_{f}+γ\_{f}\right)τ\_{f}, f=\overline{1,K}$*;*  (7)

Ограничение на размер закупки по кредиту:

$\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}L\_{j}^{+}+\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}γ\_{f}\leq V$*;* (8)

Ограничения на целочисленные значения:

$x\_{i}, y\_{f}, L\_{j}^{+}\geq 0, x\_{i}, y\_{f}ϵ Z$. (9)

Решение оптимизационной задачи позволит определить наиболее оптимальную производственную программу *х =* (*х1,…, хп),* а также объемы закупок дополнительного сырья и оборудования.

***Модель с привлечением кредита для расширения номенклатуры и с изначально частично доступным сырьем и оборудованием***

В этой модели предполагается, что предприятие планирует расширять производство и выпускать новую продукцию: *n+1*,…,. При этом на дополнительные финансовые ресурсы привлекаются дополнительные виды оборудования *K+1,…,K1* и материально-сырьевые ресурсы *М+1,...,М1*.

В модели использованы следующие обозначения:

*V* - объем привлекаемого кредита под *α* процентов;

*βj* - цена единицы ресурса вида *j* (*j= М+1,...,М1*);

*γf* - цена единицы оборудования вида *f* (*f*= *K+1,…,K1*);

*Lj+* - объем закупки ресурса вида *j = М+1,...,М1*;

*γf* - объем закупки оборудования вида *f*= *K+1,…,K1*.

Сформулируем функцию максимизации прибыли предприятия:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}c\_{i}x\_{i}-Z\_{пост}\rightarrow max.$(10)

Ограничения на ресурсы и оборудование:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}l\_{ij}x\_{i}\leq L\_{j}+L\_{j}^{+}, j=\overline{1,M}$*;* (11)

$\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}l\_{ij}x\_{i}\leq L\_{j}^{+}, j=\overline{M+1,M\_{1}}$ *;* (12)

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}t\_{if}x\_{i}\leq \left(k\_{f}+γ\_{f}\right)τ\_{f}, f=\overline{1,K}$ *;* (13)

$\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}t\_{if}x\_{i}\leq \left(k\_{f}+γ\_{f}\right)τ\_{f}, f=\overline{K+1,K\_{1}}$*;* (14)

Ограничение на размер закупки по кредиту:

$\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}L\_{j}^{+}+\sum\_{f=K+1}^{K\_{1}}y\_{f}γ\_{f}\leq V$*;* (15)

Условие возврата кредита за счет выручки:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}a\_{i}x\_{i}-V(1+α)\geq 0$ *;* (16)

Ограничения на целочисленные значения:

$x\_{i}, y\_{f}, L\_{j}^{+}\geq 0, x\_{i}, y\_{f}ϵ Z $*.* (17)

Решение поставленной задачи позволит найти новую производственную программу с учетом расширения выпускаемой номенклатуры, закупок новых видов сырья и материалов, а также оборудования.

**2. Методы управления кредитными ресурсами в условиях риска**

***Модель расширения производства по критерию минимизации риска***

Модель расширения производства, учитывающая критерий минимизации риска позволит рассмотреть ситуацию, когда речь идет о реализации инвестиционного проекта, целью которого является расширение ассортимента производимой продукции.

Целью описываемой модели является подбор оптимальной производственной программы с минимальным значением риска ее реализации и получением прибыли не ниже заданного организацией уровня.

Расширение ассортимента предполагает увеличение номенклатуры изготавливаемой продукции с *п* видов до *n1.* Множество производственных программ выглядит так: *X = {х1,...,хN},* где *хk = (х1k,... ,хn1k), k* = (1,…*, N*)*.*

Также, как в предыдущих моделях, уровень маржинальной прибыли составит *сi = аi - bi*. Предполагается, что по каждому виду продукции он определяется по выборочным значениям, накопленным за некоторый предыдущий период времени, т.е. он имеет значения *c1i,... ,cTi* (*i =* 1,…,*n1*), которые были получены в момент времени *t* = 1,...*,Т.* Для случайных величин *сi* может быть вычислено среднее значение дисперсии и выборочный коэффициент ковариации по формулам:

$\overline{c\_{i}}= \frac{1}{\tilde{N}}\sum\_{l=1}^{n}c\_{t}^{i}$ *;* (18)

$σ\_{i}^{2}= \frac{1}{\tilde{N}-1}\sum\_{l=1}^{n}(c\_{t}^{i}-\overline{c\_{i}})^{2}$*;* (19)

$cov\_{im}= cov\left(c\_{i};c\_{m}\right)=\sum\_{l=1}^{n}(c\_{t}^{i}-\overline{c\_{i}})\*(c\_{t}^{m}-\overline{c\_{m}})$*,* (20)

где $\tilde{N} $- количество наблюдений;

*covim* - ковариация маржинальной прибыли по виду продукции *i* и по виду продукции *m*.

По причине того, что величины маржинальной прибыли могут быть разными по каждому виду продукции, то вполне оправданным стремлением является желание минимизации риска для получения общей прибыли, при этом выполняя условие того, чтобы прибыль была не ниже заданного уровня, обозначаемого *Drp*. Чтобы определить риск, следует использовать формулу Марковица, согласно которой требуется узнать часть *уi* общий суммы, необходимой для покупки акций одного вида. Таким же образом вся сумма денежных средств, которая требуется для реализации производства *n1* видов продукции *х1, ...,хп1* разбивается в соответствии с частями *уi* (*i* = 1,..., *n1*).

Чтобы найти *уi* следует воспользоваться ограничениями на объем материально-сырьевых ресурсов, которые делятся на два вида:

Для прежнего ассортимента:

$\sum\_{i=1}^{n}l\_{ij}x\_{i}\leq L\_{j}, j=\overline{1,M}$*;* (21)

Для новых изделий:

$\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}l\_{ij}x\_{i}\leq L\_{j}, j=\overline{M+1,M\_{1}}$ *;* (22)

где *Lj -* запасы ресурса вида *j*.

Далее вычислены необходимые суммы для осуществления закупок:

Собственные средства предприятия:

$\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}L\_{j}\leq V\_{1}$*;* (23)

Заемные средства предприятия:

$\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}L\_{j}\leq V\_{2}$*;* (24)

где *βi* - цена единицы ресурса вида *j.*

Однако увеличение номенклатуры выпускаемых изделий требует также приобретения новых видов оборудования, которые в условиях данной задачи сформулированы следующим образом: *К+*1, *...,К1.* Для закупки данного оборудования будет необходима фиксированная сумма *V22*:

$\sum\_{f=K+1}^{K\_{1}}k\_{f}γ\_{f}=V\_{22}$. (25)

В результате, вся сумма, требуемая для выпуска расширенного ассортиментного перечня продукции, не должна превышать величину *V1* + *V21* + *V22*:

$\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}L\_{j}+\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}L\_{j}+\sum\_{f=K+1}^{K\_{1}}k\_{f}γ\_{f}\leq V\_{1}+V\_{21}+V\_{22}$. (26)

Однако величина *V22* является фиксированной, следовательно, можно упростить ограничение:

$\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}L\_{j}+\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}L\_{j}\leq V\_{1}+V\_{21}$. (27)

Используя записанные ранее неравенства, приведем формулу к виду:

$\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}\sum\_{i=1}^{n}l\_{ij}x\_{j}+\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}\sum\_{i=M+1}^{M\_{1}}l\_{ij}x\_{j}\leq V\_{1}+V\_{21}$. (28)

Поменяв знаки суммы по *i* и *j* местами, получаем:

$\sum\_{i=1}^{n}(\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}l\_{ij})x\_{j}+\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}(\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}l\_{ij})x\_{j}\leq V\_{1}+V\_{21}$. (29)

В скобках формулы стоят величины затрат на производство единицы продукции соответствующего вида. Для них следует ввести обозначения:

$\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}l\_{ij}=θ\_{i}, i=\overline{1,n}$ *;* (30)

$\sum\_{j=M+1}^{M\_{1}}β\_{j}l\_{ij}=θ\_{i}, i=\overline{n+1,n\_{1}}.$ (31)

В результате, ограничение на материально-сырьевые ресурсы будет выглядеть следующим образом:

$\sum\_{i=1}^{n}θ\_{i}x\_{j}+\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}θx\_{i}\leq V\_{1}+V\_{21}$ . (32)

И, после объединения сумм, так:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}θ\_{i}x\_{j}\leq V\_{1}+V\_{21}.$ (33)

Через *V* обозначим сумму, которая необходима для приобретения материально-сырьевых ресурсов:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}θ\_{i}x\_{j}\leq V$ . (34)

Разделим обе части неравенства на *V*:

$(\sum\_{i=1}^{n\_{1}}θ\_{i}x\_{j})/V\leq V/V.$ (35)

Обозначив $y\_{i}=(θ\_{i}x\_{i})/V$, получим:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}y\_{i}\leq 1$ . (36)

Это и получаться части *уi*, в соответствии с которыми следует разбить всю сумму *V* на закупку материальных ресурсов для реализации производства единицы продукции вида *i*.

После совершенных действий можно определить риск производства *R*:

$R=\sum\_{1}^{n\_{1}}σ\_{i}^{2}y\_{i}^{2}+2\sum\_{1}^{n\_{1}}\sum\_{m>i}^{n\_{1}}cov\_{im}y\_{i}y\_{m}$ , (37)

где *covim* и $\overline{c\_{i}} $ определяются по вышеприведенным формулам.

Как уже было отмечено, в изменяющихся условиях процесса производства требуется минимизировать риск, поставив условия получения прибыли не ниже определенного уровня *Drp*, а также учесть ряд ограничений на спрос продукции и существующие производственные мощности.

Математическая постановка задачи будет сформулирована следующим образом:

$R=\sum\_{1}^{n\_{1}}σ\_{i}^{2}y\_{i}^{2}+2\sum\_{1}^{n\_{1}}\sum\_{m>i}^{n\_{1}}cov\_{im}y\_{i}y\_{m}\rightarrow min.$ (38)

Доли, в соответствии с которыми необходимо распределить денежные средства на покупку материально-сырьевых ресурсов, в сумме менее или равной 100%:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}y\_{i}\leq 1$ *;* (39)

Ограничение на производственные мощности;

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})t\_{if}\leq k\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,K\_{1}}$ *;* (40)

Нижнее ограничение на прибыль со всех видов изделий:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})\overline{c\_{i}}\geq D\_{rp}$ *;* (41)

Верхнее и нижнее ограничения на количество производимых изделий:

$P\_{i}\leq \frac{y\_{i}V}{θ\_{i}}\leq D\_{i}, i=\overline{1,n\_{1}}$ . (42)

Сформулированная модель может быть использована и решена при помощи программных средств Мicrosoft Ехсе1.

***Модель расширения производства по критерию максимизации прибыли с ограничением сверху по уровню риска***

Эта модель отличается от выше описанной модели. В данном случае целевой функцией является прибыль, при этом ставятся ограничения на величину риска:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})\overline{c\_{i}}\rightarrow max$ (43)

при ограничении на доли, в соответствии с которыми необходимо распределить денежные средства на покупку материально-сырьевых ресурсов, в сумме менее или равной 100%:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}y\_{i}\leq 1$*;* (44)

Ограничение па производственные мощности:

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})t\_{if}\leq k\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,K\_{1}}$ *;* (45)

 Ограничение на риск:

$\sum\_{1}^{n\_{1}}σ\_{i}^{2}y\_{i}^{2}+2\sum\_{1}^{n\_{1}}\sum\_{m>i}^{n\_{1}}cov\_{im}y\_{i}y\_{m}\leq R$ *;* (46)

Верхнее и нижнее ограничения на количество производимых изделий:

$P\_{i}\leq \frac{y\_{i}V}{θ\_{i}}\leq D\_{i}, i=\overline{1,n\_{1}}$ . (47)

Однако количество единиц дополнительно приобретенного оборудования *К1* в рассмотренных моделях в свою очередь может быть искомой величиной. Тогда в модели появится дополнительное ограничение вида:

$ \sum\_{i=1}^{n\_{1}}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})t\_{if}\leq z\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,K\_{1}}, z\_{f}\geq 0, z\_{f}ϵ Z$ . (48)

***Однопериодная модель оптимизации затрат при создании нового предприятия***

Данная модель предполагает максимизацию прибыли компании при расчете производственной программы в условиях создания нового предприятия.

У модели существуют ограничения на финансовые ресурсы, используемые для закупки сырья и материалов, на оборудования и постоянные затраты. Также учитывается эффективное время работы оборудования, затрачиваемое на обработку ресурсов на каждом этапе производственного процесса. Результатом использования однопериодной модели является расчет оптимального объема готовой продукции в условиях ограничения спроса и требуемого для производства сырья и материалов, а также оптимального количества оборудования.

Предполагается, что для создания нового предприятия будет использован кредит в объеме *V*. Предприятие будет выпускать *n* видов продуктов. Через *ti* обозначается время обработки единицы продукта *i* на оборудовании вида *f*, при этом *i =* 1,…,*n*; *f* =1,...,*К*, где *К* является общим количеством оборудования, которое требуется для изготовления всей номенклатуры, выпускаемой предприятием. Ограничения по спросу продукции обозначаются через *Рi, ai* – цена реализации единицы продукции вида *i, bi –* переменные затраты на единицы продукции вида *i*, *Zпост -* постоянные затраты. В таком случае задача по наиболее эффективному распределению финансовых ресурсов по критерию максимизации прибыли выглядит следующем образом:

$\sum\_{i=1}^{n}(a\_{i}-b\_{i})x\_{i}-Z\_{пост}\rightarrow max$ *;* (49)

$\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}t\_{if}\leq y\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,K}$ *;* (50)

$\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}S\_{f}+\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}γ\_{f}\leq V$*;* (51)

$0\leq x\_{i}\leq P\_{i}, y\_{f}\geq 0$*;* (52)

$ x\_{i},y\_{f}ϵZ$ *,* (53)

где *xi* –объем выпускаемой продукции вида *i*;

*yf* – количество приобретаемых единиц оборудования вида *f*;

*τf* – эффективное время бесперебойной работы оборудования вида *f,* т.е. это календарное время эксплуатационной фазы за вычетом времени на переналадку, регламентное обслуживание и другие виды работ, при проведении которых оборудование вида *f* не может использоваться в производственном процессе;

*Sf* – размер производственной площади, необходимой для размещения единицы оборудования вида *f*;

*yf* – цена единицы оборудования вида *f*;

*γf* – цена (покупки или аренды) одного квадратного метра производственной площади предприятия.

Более подробно рассмотрим ее достоинства и недостатки.

Таблица 1. Достоинства и недостатки модели

|  |  |
| --- | --- |
| Достоинства | Недостатки |
|  Простота в использовании; | Не учитывает количество сырья и материалов, которое требуется закупить для производства готовой продукции; |
| Не требует сбора большого объема информации; | Не учитывает влияние внешней среды (инфляцию, изменение цены на сырье и материалы); |
|  | Учитывает объем производства в общем за период, без учета изменения месячной потребности; |
|  | Не учитывает затраты на капитальное строительство; |

Рассмотрим модель, которая лишена указанных недостатков и решает часть проблем, не учитываемых в выше рассмотренной модели.

***Однопериодная модель оптимизации затрат при создании нового предприятия в условиях интервальной оценки переменных затрат и цен на выпускаемую продукцию***

В ситуации, когда время эксплуатационной фазы проекта достаточно велико: 1 год и более, то предполагается, что возможно увеличение цены как на готовую продукцию, так и на сырье и материалы по причине инфляции. В данной модели предусматривается допущение, что изменение цены будет происходить линейно относительно темпов инфляции. Предполагается, что если темп инфляции в долях составит *ξ*, то цена единицы продукции будет меняться как *ai +(ai ni ξ) ,* где *ni* - коэффициент, который отражает изменение цены с учетом существующего темпа инфляции. В ситуации, если *ni* < 1, тогда увеличение стоимости продукции вида *i* ниже темпа инфляции. Соответственно, если *ni* > 1, тогда увеличение цены на продукцию вида *i* опережает темп роста инфляции.

Также для учета изменения цены на материально-сырьевые ресурсы, переменные затраты необходимо представить в следующем виде: *bi = bi1+ bi2,* где *bi1* *-* переменные затраты на материально-сырьевые ресурсы, а *bi2* - прочие переменные затраты.

Потребление сырья и материалов, необходимых для изготовления единицы продукции вида *i*, будет задано переменными *li1,…, liM,* в свою очередь цена единицы материально-сырьевого ресурса вида *j*, (где *j*=1,...,*M*) – величиной *βj*. В этом случае все переменные затраты, требуемые для осуществления производственной программы *xi* с учетом уровня инфляции *ξ* могут быть сформулированы следующим образом:

$\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}b\_{i}^{2}+\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}\sum\_{j=1}^{M}\left(β\_{j}l\_{ij}+m\_{j}β\_{j}l\_{ij}ξ\right),$ (54)

где *mj* - коэффициент, который отражает степень изменения цен на сырье вида *j* при темпе инфляции *ξ*. С учетом выше изложенной формулы, изменится и целевая функция, приняв следующий вид:

$\sum\_{i=1}^{n}(a\_{i}+a\_{i}n\_{i}ξ)x\_{i}-\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}b\_{i}^{2}-\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}\sum\_{j=1}^{M}\left(β\_{j}l\_{ij}+m\_{j}β\_{j}l\_{ij}ξ\right)-Z\_{пост}\rightarrow max.$ (55)

***Многопериодная модель оценки эффективности инвестиционного проекта***

В ситуации, когда эксплуатационная фаза проекта включает в себя несколько периодов, на протяжении которых существует определенный спрос на продукцию, может быть применена многопериодная модель создания нового предприятия. В данном случае количество периодов, будет обозначено через *Т*. Тогда целевая функция будет сформулирована следующим образом:

$\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}-\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}b\_{i}^{t}x\_{i}^{t}-\sum\_{t=0}^{T}Z\_{пост}^{t}\rightarrow max$*;* (56)

$\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}^{t}t\_{if}\leq y\_{f}τ\_{f}^{t}, f=\overline{1,K}, t=\overline{0,T}$*;* (57)

$\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}S\_{f}+\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}γ\_{f}\leq V$*;* (58)

$0\leq x\_{i}\leq P\_{i}, y\_{f}\geq 0$ *;* (59)

$ x\_{i},y\_{f}ϵZ,$(60)

где $a\_{i}^{t}$ *-* цена реализации единицы продукции вида *i* на временном периоде *t*;

$x\_{i}^{t}$ *-* объем выпуска продукции вида *i* на временном периоде *t*;

$b\_{i}^{t}$- переменные затраты на единицу продукции вида *i* на временном периоде *t;*

$Z\_{пост}^{t}$ - постоянные затраты на временном периоде *t.*

При учете дисконтирования, целевая функция будет выглядеть следующим образом:

$\sum\_{t=0}^{T}\frac{\sum\_{i=1}^{n}a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{t=0}^{T}\frac{\sum\_{i=1}^{n}b\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}\frac{Z\_{пост}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}\rightarrow max$ , (61)

где *D* является ставкой дисконтирования.

Формула расчета NPV проекта выглядит следующим образом:

$ \sum\_{t=0}^{T}\frac{S\_{t}-Z\_{t}}{\left(1+D\right)^{2}}$ , (62)

где *St* и *Zt -* приток и отток финансовых ресурсов в период времени *t*.

Таким образом, целевая функция модели - это NPV проекта. Оптимизация функции происходит за счет возможных комбинаций производственной программы и производственных мощностей предприятия на разных временных периодах.

Однако эта модель также не учитывает влияния темпов инфляции на изменение цены на конечную продукцию, а также на сырье и материалы. Изменение этих показателей непосредственным образом влияет на производственную программу. Для анализа такого влияния можно использовать следующую модель.

***Многопериодная модель оценки эффективности инвестиционного проекта с учетом влияния темпов инфляции на готовую продукцию и закупаемые материально-сырьевые ресурсы***

Данную модель можно использовать в качестве инструмента анализа влияния инфляции на производственную программу. В первую очередь следует отметить, что при решении предыдущей модели был получен вектор *yf,* который задает количество оборудования каждого вида, требуемое закупить. В результате производственная программа для каждого временного интервала *t* совпадет с решением следующей задачи:

$\sum\_{t=0}^{T}\frac{\sum\_{i=1}^{n}a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{t=0}^{T}\frac{\sum\_{i=1}^{n}b\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{t=0}^{T}\frac{Z\_{пост}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}\rightarrow max$*;* (63)

$\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}^{t}t\_{if}\leq y\_{f}τ\_{f}^{t}, f=\overline{1,K}, t=\overline{0,T}$*;* (64)

$\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}S\_{f}+\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}γ\_{f}\leq V$ *;* (65)

$0\leq x\_{i}\leq P\_{i}, y\_{f}\geq 0$*;* (66)

$ x\_{i},y\_{f}ϵ Z.$(67)

По каждому интервалу времени *t =0,...,T* может быть проведен анализ чувствительности. Введем допущение, что цены на производимую продукцию при уровне инфляции *ξ* будут повышаться для 1-ого вида продукции на временном интервале *t* на величину *ait nit ξ*, где *i =* 1,…,*n*, и будут равными *ait +(ait nit ξ),* где *nit -* коэффициент роста цен па продукцию вида *i* на временном периоде *t* при инфляции *ξ*.

Переменные затраты на временном периоде *t* будут выглядеть тогда: $b\_{i}^{t1}\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}^{t}l\_{ij},$

где $β\_{j}^{t}- $цена единицы материально-сырьевого ресурса вида *j* в интервале времени *t;*

$l\_{ij}$- норма потребления материально-сырьевого ресурса вида *j* для производства единицы продукции вида *i.*

Введем предположение, что цены на материально-сырьевые ресурсы с ростом инфляции будут меняться на величину *βit mjt ξ* (где *тjt -* коэффициент, который отражает степень изменения цены на материально-сырьевые ресурсы вида *j* с учетом инфляции в интервале периода *t*) и будут равны: *βit +(βit mjt ξ).*

C учетом последнего соотношения, величина переменных затрат, которая связана с закупкой сырья и материалов, требуемых для выпуска единицы продукции вида *i*, составит при заданном уровне инфляции следующую величину:

$b\_{i}^{t1}=\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}^{t}l\_{ij}+\sum\_{j=1}^{M}β\_{j}^{t}l\_{ij}m\_{j}^{t}$ . (68)

В таком случае, целевая функция модели с учетом инфляции будет выглядеть следующим образом:

$\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}\frac{a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}+ξ\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}\frac{a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}n\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}\frac{b\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}\sum\_{j=1}^{M}\frac{β\_{j}^{t}l\_{ij}^{t}x\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}} -ξ\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n}\sum\_{j=1}^{M}\frac{β\_{j}^{t}l\_{ij}^{t}x\_{i}^{t}m\_{j}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}} –\sum\_{t=0}^{T}\frac{Z\_{пост}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}\rightarrow max$ . (69)

Для каждого значения параметра, который задает уровень инфляции, требуется решить задачу (63).

Предположим, что *Xt = {хt1, ...,хtN}* - множество допустимых решений задачи (63), которое, учитывая одну и туже систему ограничений, совпадает с множеством допустимых решений для задачи (63) для любого *ξ* $ϵ $(0, ∞). Пусть *хtq -* некое допустимое решение задачи (69) (1 < *q <* N). Обозначим через *f tq(ξ)* значение целевой функции (69) на решении *хtq* при уровне инфляции *ξ*. Далее определим производную по *ξ* функции *f tq(ξ):*

$(f^{tq}\left(ξ\right))^{'}=\sum\_{i=1}^{n}\frac{a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}n\_{i}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}}-\sum\_{i=1}^{n}x\_{i}^{tq}\sum\_{j=1}^{M}\frac{β\_{j}^{t}l\_{ij}^{t}m\_{j}^{t}}{\left(1+D\right)^{2}} .$(73)

Предположим, что все допустимые решения множества *Xt* упорядочены по возрастанию производственных функций *f tq(ξ).* В соответствии с этим, предположим, что для любого временного интервала *t* для задачи (69) при изменении уровня инфляции *ξ* на интервале (0, ∞) задано множество всех допустимых решений *Xt.*

В ситуации, если оптимальным решением задачи (69) при *ξ* = 0 является решение *хtN*, то оно будет оптимальным при любом уровне инфляции *ξ* на интервале (0, ∞).

В случае, если оптимальное решение задачи(69) это некоторое решение *хtq,* то существует такое разбиение интервала изменения инфляции (0, ∞) на конечное число отрезков (не более чем *N – q +1*), что каждому отрезку можно поставить в соответствие одно из решений множества *Xt* , которое будет оставаться оптимальным для задачи (69) при любом уровне инфляции из соответствующего отрезка.

***Многопериодная модель оценки эффективности инвестиционного проекта расширения производства***

Для решения задачи о модернизации производства может быть использована данная модель, которая для расширения номенклатуры производства учитывает закупку нового оборудования и новых видов сырья и материалов. Таким образом, обозначим через *Т* количество периодов, которые входят в эксплуатационную фазу проекта. В результате, целевая функция будет сформулирована следующим образом:

$\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n\_{1}}a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}-\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{i=1}^{n\_{1}}b\_{i}^{t}x\_{i}^{t}-\sum\_{t=0}^{T}Z\_{пост}^{t}\rightarrow max$ *;* (74)

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}x\_{i}^{t}t\_{if}\leq (y\_{f}+k\_{f})τ\_{f}^{t}, f=\overline{1,K\_{1}}, t=\overline{0,T}$*;* (75)

$\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}x\_{i}^{t}t\_{if}\leq y\_{f}τ\_{f}^{t}, f=\overline{K+1,K\_{1}}, t=\overline{0,T}$*;*  (76)

$\sum\_{i=1}^{n\_{1}}x\_{i}^{t}l\_{ij}\leq z\_{f}^{t}, j=\overline{1,M\_{1}}, t=\overline{0,T}$*;*  (77)

$\sum\_{i=n+1}^{n\_{1}}x\_{i}^{t}l\_{ij}\leq z\_{f}^{t}, j=\overline{M+1,M\_{1}}, t=\overline{0,T}$*;* (78)

$\sum\_{t=0}^{T}\sum\_{j=1}^{M\_{1}}a\_{i}^{t}z\_{j}^{t} +\sum\_{f}^{K\_{1}}β\_{f}y\_{f}\leq V$*;* (79)

$\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}S\_{f}+\sum\_{f=1}^{K}y\_{f}γ\_{f}\leq V$*;* (80)

$0\leq x\_{i}^{t}\leq P\_{i}^{t}, y\_{f}\geq 0$ *;* (81)

$ x\_{i},y\_{f}ϵZ.$(82)

При учете дисконтирования финансовых потоков, целевая функция будет выглядеть следующим образом:

$\sum\_{t=0}^{T}\frac{\sum\_{i=1}^{n\_{1}}a\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{(1+D)^{t}}-\sum\_{t=0}^{T}\frac{\sum\_{i=1}^{n\_{1}}b\_{i}^{t}x\_{i}^{t}}{(1+D)^{t}}-\sum\_{t=0}^{T}\frac{Z\_{пост}^{t}}{(1+D)^{t}}\rightarrow max.$ (83)

**3. Оптимизация управления инвестициями для компании ООО «Сингента»**

«Сингента» - швейцарская компания, один из лидеров в области производства средств защиты растений и семеноводства. Изначально компания занималась только импортом готовой продукции, производимой на европейских заводах, на территорию России. Однако в настоящее время у компании существуют две цепи поставок: поставки готовой продукции для продажи и поставки сырья и материалов для производства в Кирово-Чепецке.

Поставщиком готовой продукции является европейское подразделение компании «Сингента» - «Сангента АГ». Производство средств защиты растений в большей степени осуществляется на европейских заводах, располагающихся в следующих странах: Австрия, Бельгия, Германия, Франция, Швейцария, Великобритания, Словакия, Италия, Нидерланды.

В России существует производства по договору толлинга в Кировской области в городе Кирово-Чепецк. На данный момент на заводе производится 6 продуктов: Альто Супер, Банвел, Ураган Форте, Реглон Супер, Диален, Фюзилад Форте. Фактором, повлиявшим на решение о производстве в России, был высокий объем продаж данных продуктов. В результате проведенного руководством анализа, было выявлено, что производство препаратов в России экономически оправдано.

Несмотря на высокие финансовые результаты компании в 2011 году, в настоящее время у ООО «Сингента» существует ряд нерешенных проблем и задач:

1. Возникновение дефицита готовой продукции в результате:

- низкая пропускная способность импорта готовой продукции;

- задержка поставки готовой продукции по причине, связанной с таможенным оформлением грузов;

- отсутствие возможности незапланированного увеличения объемов производства в России;

- загруженность производственных линий на европейских заводах компании.

2. Сложность таможенного оформления;

3. Более высокая стоимость продукции относительно основных конкурентов.

Решением существующих проблем и задач может послужить принятие ряда управленческих решений, связанных как с расширением номенклатуры производимых продуктов, инвестициями в создание собственных мощностей.

Проанализировав слабые места и возможности дальнейшего развития, на данный момент можно выделить следующие варианты улучшения функционирования компании в области производства и закупок.

Создание собственного производственного предприятия.

Инвестирование в строительство собственного производства позволит сократить возможность появления дефицита продукции, гибко реагировать на изменения спроса, снизить зависимости от контрактного производителя, в тоже время отказаться от импорта продуктов, которые будут изготовлены в России. В рамках данного варианта в данной главе будут рассмотрены два возможных решения, для каждого из которых необходимо рассчитать потребность в производственных мощностях, сырья и материалов.

1. Расширение производимой номенклатуры на территории России. Это решение позволит сократить риски, связанные с разглашением информации о рецептуре и технологиях производства, предотвратить повышение цены, в том числе но причине увеличение таможенных пошлин на пестициды, снизить себестоимость продукции в результате отказа от импорта производимых препаратов.
2. Увеличение объемов продукции с возможностью дальнейшего экспорта. В результате изменения таможенного законодательства и введения единого таможенного пространства между Россией, Казахстаном и Белоруссией в настоящее время существует возможность экспорта готовой продукции из России в страны, входящие в таможенный союз. При производстве продуктов в России пошлина на ввоз в Украину составит 0%.

***Создание собственного производства и расширение номенклатуры, производимой на территории России***

Помимо 6 препаратов, которые ранее изготавливались контрактным производителем, данный вариант предполагает начало производства в России 4 продуктов, раннее которые импортировались из Европы. Выбор изготовления данных препаратов был сделан по следующим причинам:

* Стабильно высокий спрос;
* Простота в изготовлении;
* Срывы поставок, связанные с перезагрузкой производственных мощностей на европейских заводах;
* Возможность получения разрешений на производство продуктов в России от государства.

В тоже время предполагается, что продукты, производимые контрактным производителем, также будут продолжать изготавливаться компанией в России в рамках создаваемого производства.

Предполагается строительство одного здания с обособленными площадками, на которых будут располагаться две линии:

1. Линия для производства гербицидов;
2. Линия для производства фунгицидов и инсектицидов.

В тоже время для обеспечения непрерывности производства, существует необходимость в строительстве склада сырья и материалов.

Для расчета необходимой площади для строительства производственного помещения, определения производственной программы, потребности в оборудовании, сырье и материалах с учетом риска, используем однопериодную модель проекта создания нового предприятия с учетом риска. В отличие от базовых моделей, данная модель предполагает, что маржа по каждому виду продукции является случайной величиной. В соответствии с этим были проанализированы компоненты, входящие в состав готовой продукции, и изменение их цены в течение нескольких лет, а также причин изменения стоимости. В результате были рассчитаны вероятности и соответствующие значения величины затрат на сырье и материалы по каждому продукту. Данные показатели позволили рассчитать значение маржинальной прибыли при существующем распределении вероятности. Для этого переменные затраты были поделены на затраты на закупку сырья и материалов и переменные затраты, непосредственно связанные с производственным процессом, которые были разнесены равномерно по видам производимой продукции и включили в себя:

* Затраты на энергию и топливо, предназначенную для технологических целей;
* Затраты на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих;
* Затраты, связанные с эксплуатацией универсального технологического оборудования.

Оптимизация модели проекта создания нового предприятия происходит за счет минимизации риска при установленных ограничениях. Помимо ограничения на максимальную потребность рынка и возможных всплесков спроса, было также установлено ограничение на минимальную производственную программу, которая должна быть реализована для удовлетворения существующего спроса. Это требуется во избежание потерь в продажах и срывов контрактов, которые были заключены заблаговременно. В тоже время определены ограничения на выработку каждого вида оборудования, в результате, стало возможно рассчитать их количество, требуемое для изготовления всей программы и соответствующие затраты на закупку. Также стоит ограничение на собственные средства компании в размере 300,000,000 рублей, которые могут быть использованы для реализации проекта. При установленных ограничениях и целевой функции была рассчитана оптимальная производственная программа.

Таблица 2. Исходные данные для расчеты маржинальной прибыли

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование продукта | Цена продажи, руб. | Затраты, руб. | Переменные затраты | Min партия |
| Р=0,15 | Р=0,2 | Р=0,25 | Р=0,4 |
| **Линия 1** |
| Банвел | 547 | 382 | 340 | 360 | 352 | 135 | 10 000 |
| Диален Супер | 460 | 321 | 286 | 303 | 296 | 135 | 10 000 |
| Реглон Супер | 487 | 273 | 243 | 257 | 251 | 135 | 10 000 |
| Ураган Форте  | 280 | 129 | 118 | 125 | 122 | 135 | 10 000 |
| Фюзилад Форте | 579 | 413 | 367 | 389 | 380 | 135 | 10 000 |
| **Линия 2** |
| Альто Супер | 1 070 | 714 | 635 | 673 | 658 | 135 | 10 000 |
| Амистар Трио | 758 | 570 | 507 | 537 | 525 | 135 | 10 000 |
| Максим | 801 | 504 | 448 | 475 | 464 | 135 | 10 000 |
| Каратэ Зеон | 831 | 555 | 493 | 523 | 511 | 135 | 10 000 |
| Енгео 247 | 1 258 | 954 | 849 | 900 | 879 | 135 | 10 000 |

Таблица 3. Нормативы времени на обработку единицы продукции на каждом виде оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид оборудования | Реактор (10 м3) | Реактор для промежуточного хранения (12м3) | Цистерна для хранения продукции перед фасовкой (40м3) | Фасовочная линия | Оборудование для закручивания крышек |
| **Линия 1** |
| Банвел | 6 | 9 | 2 | 1 | 0,5 |
| Диален Супер | 10 | 7 | 2 | 1 | 1 |
| Реглон Супер | 8 | 6 | 2 | 1 | 1 |
| Ураган Форте  | 12 | 7 | 4 | 1 | 2 |
| Фюзилад Форте | 10 | 8 | 2 | 1 | 1 |
| **Линия 2** |
| Альто Супер | 16 |   | 8 | 6 | 1,5 |
| Амистар Трио | 18 |   | 6 | 5 | 1,5 |
| Максим | 14 |   | 8 | 6 | 0,5 |
| Каратэ Зеон | 16 |   | 8 | 6 | 0,75 |
| Енгео 247 | 12 |   | 7 | 4 | 1 |
| Эффективное время работы оборудования, часов | 16 | 10 | 12 | 16 | 12 |

Таблица 4. Расчет производственной программы с учетом риска

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование продукта | Значение валовой выручки при Р=0,15, руб. | Значение валовой выручки при Р=0,2, руб. | Значение валовой выручки при Р=0,25, руб. | Значение валовой выручки при Р=0,4, руб. | Математическое ожидание | Потребность рынка, партии | Максимальная потребность рынка | Оптимальная производственная программа |
| **Линия 1** |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Банвел | 303 528 | 723 659 | 519 704 | 602 678 | 561 258 | 20 | 40 | 40 |
| Диален Супер | 40 191 | 393 490 | 221 979 | 291 755 | 256 923 | 10 | 25 | 25 |
| Реглон Супер | 793 261 | 1 093 433 | 947 713 | 1 006 996 | 977 402 | 60 | 80 | 80 |
| Ураган Форте  | 162 628 | 267 995 | 197 069 | 225 924 | 217 630 | 300 | 450 | 347 |
| Фюзилад Форте | 311 123 | 765 541 | 544 942 | 634 688 | 589 887 | 75 | 100 | 76 |
| **Линия 2** |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Альто Супер | 2 206 250 | 2 991 919 | 2 610 513 | 2 765 679 | 2 688 221 | 20 | 30 | 30 |
| Амистар Трио | 534 866 | 1 161 782 | 857 443 | 981 256 | 919 449 | 12 | 14 | 14 |
| Максим | 1 613 559 | 2 168 359 | 1 899 029 | 2 008 600 | 1 953 902 | 17 | 20 | 20 |
| Каратэ Зеон | 1 411 522 | 2 021 612 | 1 725 441 | 1 845 931 | 1 785 783 | 80 | 95 | 80 |
| Енгео 247 | 1 681 922 | 2 731 704 | 2 222 083 | 2 429 410 | 2 325 913 | 5 | 8 | 8 |

В таблицах 2, 3, 4 содержится исходная информация о производственной программе, ограничениях на потребность рынка, а также вероятностное распределение маржинальной прибыли. В числовом выражении оптимизационная однопериодная модель проекта создания нового предприятия на минимум риска будет выглядеть следующем образом:

Целевая функция:

$R=\sum\_{1}^{10}σ\_{i}^{2}y\_{i}^{2}+2\sum\_{1}^{10}\sum\_{m>i}^{10}cov\_{im}y\_{i}y\_{m}\rightarrow min.$

Ограничение на величину доходу:

$\sum\_{i=1}^{10}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})\overline{c\_{i}}\geq 521 376 000$*;*

Ограничение на производственные мощности предприятии:

$\sum\_{i=1}^{10}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})t\_{if}\leq k\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,9}$ ;

Ограничение на объем производственных ресурсов:

$\sum\_{f=1}^{9}y\_{f}S\_{f}+\sum\_{f=1}^{9}y\_{f}γ\_{f}\leq 300 000 000;$

Ограничении на суммарные затраты по всем составляющим производственной программы:

$380 684\sum\_{i=1}^{5}x\_{i}+412 155\sum\_{i=6}^{10}x\_{i}\leq 300 000 000$ ;

Ограничение на суммарные затраты:

$\sum\_{i=1}^{10}y\_{i}\leq 1;$

Ограничение на потребность рынка:

$P\_{i}\leq \frac{y\_{i}V}{θ\_{i}}\leq D\_{i}, i=\overline{1,10}.$

По средствам программы МS Ехсеl была рассчитана оптимальная производственная программа, при условии соблюдения всех ограничений и минимизации целевой функции. Результаты расчета оптимальной производственной программы в условиях создания нового предприятия и минимизации риска на маржинальную прибыль компании, представлены в таблице 2, значение маржинальной прибыли составит 521,481,610 рублей.

Для реализации производственной программы было рассчитано требуемое количество оборудования. Таблица 5 иллюстрирует стоимость и потребность в каждом виде оборудования.

Таблица 5. Расчет потребности в оборудовании

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид оборудования | Стоимость единицы, руб. | Кол-во, ед. | Площадь для размещ-я ед. оборудования, м2 | Затраты на строительство производ-ых площадей, руб. |
| Линия 1 (производство гербицидов) |
| Реактор (10 м3) | 25 780 000 | 3 | 14 | 3 360 000 |
| Реактор для промежуточного хранения (12м3) | 12 589 300 | 3 | 10 | 2 400 000 |
| Цистерна для хранения продукции перед фасовкой (40м3) | 40 745 302 | 1 | 25 | 2 000 000 |
| Фасовочная линия | 7 230 000 | 1 | 30 | 2 400 000 |
| Оборудование для закручивания крышек | 3 500 000 | 1 | 10 | 800 000 |
| Линия 2 (производство фунгицидов и инсектицидов) |
| Реактор (20 м3) | 23 986 000 | 1 | 24 | 1 920 000 |
| Цистерна для хранения продукции перед фасовкой (40м3) | 11 400 000 | 1 | 25 | 2 000 000 |
| Фасовочная линия | 7 230 000 | 1 | 30 | 2 400 000 |
| Оборудование для закручивания крышек | 3 500 000 | 1 | 10 | 800 000 |

Суммарные затраты на закупку требуемого количества оборудования составят 212,699,202 рублей, соответственно затраты на строительство производственных площадей, требуемых для размещения необходимого количества оборудования составят 18,080,000 рублей Для оценки эффективности проекта можно использовать показатель чистой приведенной стоимости проекта. Предположим, проект рассчитан на 5 лет, так как эксплуатация части оборудования возможна не более 5 лет, в соответствии с этим по истечению данного срока потребуется принятие новых управленческих решений. Через 5 лет чистая приведенная стоимость проекта составит 239,588,570 рублей при ставке дисконтирования 12%. Согласно расчетам, проект окупается в середине 2014 года.

***Расширение собственного производства с целью дальнейшего экспорта продуктов***

Альтернативным вариантом может быть создание собственного производства, мощности которого позволили бы изготавливать большой объем препаратов для удовлетворения спроса не только на территории России, но также в Украине, Казахстане и Белоруссии. Однако такое значительное увеличение объемов выпуска также требует большего инвестиционного капитала. Для реализации данного проекта у компании не достаточно собственных средств, следовательно, существует необходимость привлечения дополнительного финансирования. У компании есть возможность взять кредит в размере 250 млн. рублей. Соответственно, ограничение на суммарные затраты составят 250 млн. +400 млн. = 650 млн. рублей.

Сформулируем оптимизационную задачу, которая позволит рассчитать производственную программу:

Целевая функция:

$R=\sum\_{1}^{10}σ\_{i}^{2}y\_{i}^{2}+2\sum\_{1}^{10}\sum\_{m>i}^{10}cov\_{im}y\_{i}y\_{m}\rightarrow min$ .

Ограничение на величину доходу:

$\sum\_{i=1}^{10}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})\overline{c\_{i}}\geq 521 376 000;$

Ограничение на производственные мощности предприятии:

$\sum\_{i=1}^{10}(\frac{y\_{i}V}{θ\_{i}})t\_{if}\leq k\_{f}τ\_{f}, f=\overline{1,9}$ ;

Ограничение на объем производственных ресурсов:

$\sum\_{f=1}^{9}y\_{f}S\_{f}+\sum\_{f=1}^{9}y\_{f}γ\_{f}\leq 650 000 000;$

Ограничение на суммарные затраты:

$\sum\_{i=1}^{10}y\_{i}\leq 1$ ;

Ограничение на потребность рынка:

$P\_{i}\leq \frac{y\_{i}V}{θ\_{i}}\leq D\_{i}, i=\overline{1,10}$ .

В результате минимизации функции, была рассчитана производственная программа. Таблица 6 иллюстрирует расчет производственной программы при установленных ограничениях. При реализации данной программы, маржинальная прибыль составит 1,070,730,184 рублей.

Таблица 6. Расчет производственной программы с учетом риска в условиях увеличенного объема выпуска

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование продукта | Производ-ая программа РФ | Производ-ая программа Украина | Производ-ая программа Белоруссия | Производ-ая программа Казахстан |
| **Линия 1** |   |   |   |   |
| Банвел | 40 | 16 | 10 | 4 |
| Диален Супер | 25 | 10 | 8 | 6 |
| Реглон Супер | 80 | 50 | 10 | 5 |
| Ураган Форте  | 450 | 200 | 105 | 60 |
| Фюзилад Форте | 100 | 60 | 40 | 35 |
| **Линия 2** |   |   |   |   |
| Альто Супер | 30 | 16 | 20 | 10 |
| Амистар Трио | 14 | 10 | 12 | 15 |
| Максим | 20 | 15 | 3 | 16 |
| Каратэ Зеон | 95 | 12 | 7 | 6 |
| Енгео 247 | 8 | 5 | 6 | 4 |

***Экономическое обоснование эффективности мероприятий по совершенствованию***

В результате сравнения NPV двух возможных вариантов, очевидно, что реализация второго проекта, который предполагает увеличение объемов выпуска для экспорта продукции в страны СНГ, будет более выгодной для компании. Оценим экономическую эффективность предлагаемого проекта при помощи модели стратегической прибыли.

Значения входных данных для расчёта эффективности с помощью названной модели можно получить из таких документов как бухгалтерский баланс и отчёт о прибылях и убытках. Таблица 7 иллюстрирует источники информации, с помощью которых будет возможен расчет модели.

Таблица 7. Входные данные для модели стратегической прибыли

|  |  |
| --- | --- |
| **Показатель** | **Источник** |
| Валовые поступления от реализации | Отчёт о прибылях и убытках |
| Себестоимость реализуемой продукции | Отчёт о прибылях и убытках |
| Постоянные затраты | Отчёт о прибылях и убытках |
| Переменные затраты | Отчёт о прибылях и убытках |
| Стоимость запасов | Бухгалтерский баланс |
| Дебиторская задолженность | Бухгалтерский баланс |
| Другие текущие активы | Бухгалтерский баланс |
| Основные фонды | Бухгалтерский баланс |

После внедрения проекта создания нового предприятия увеличились валовые продажи компании.

Таблица 8. Расчет изменения выручки компании при условии увеличения объемов выпуска

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование продукта | Математическое ожидание | Изменение объемов | Изменение валовых продаж |
| **Линия 1** |   |   |   |
| Банвел | 561 258 | 30 | 16 837 752 |
| Диален Супер | 256 923 | 24 | 6 166 159 |
| Реглон Супер | 977 402 | 65 | 63 531 137 |
| Ураган Форте  | 217 630 | 365 | 79 434 987 |
| Фюзилад Форте | 589 887 | 135 | 79 634 759 |
| **Линия 2** |   |  |   |
| Альто Супер | 2 688 221 | 46 | 123 658 166 |
| Амистар Трио | 919 449 | 37 | 34 019 628 |
| Максим | 1 953 903 | 34 | 66 432 688 |
| Каратэ Зеон | 1 785 784 | 25 | 44 644 588 |
| Енгео 247 | 2 325 914 | 15 | 34 888 707 |
|  |  |  | 549 248 569 |

Это было связано с решением об экспорте продукции в ряд стран СНГ. В соответствии с данным решением, объемы производимой продукции были в значительной степени увеличены. В то же время реализация предложенного решения затронула такие показатели в модели стратегической прибыли как себестоимость реализуемой продукции, постоянные затраты, основные фонды. В результате увеличения объемов продаж, произошел рост себестоимости продукции на 86,029,880 рублей. Произойдёт увеличение стоимости запасов за счет увеличения объемов производства. Увеличение объемов продаж составило 8%, в соответствии с этим увеличения объемов будет на 321,210,090 рублей.

Рассмотрим изменение таких показателей как постоянные затраты и основные фонды. Для реализации проекта необходимо закупить оборудование, требуемое для производства продукции. Таблица 9 иллюстрирует стоимость единицы оборудования, а также требуемое количество каждого вида, а также срок службы. Эти данные позволят рассчитать как изменение основных фондов компании, так и ежегодные амортизационные отчисления. В соответствии с данными, суммарное увеличение основных фондов составит 290,019,804 рублей, а годовые амортизационные отчисления - 33,470,246 рублей.

Таблица 9. Данные о стоимости единицы оборудования и амортизационных отчислениях в год

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид оборудования | Стоимость единицы, руб. | Кол-во, ед. | Срок службы, лет | Амортизационные отчисления, руб. | Затраты на закупку оборудования, руб. |
| Линия 1 (производство гербицидов) |
| Реактор (10 м3) | 25 780 000 | 3 | 10 | 7 734 000 | 77 340 000 |
| Реактор для промежуточного хранения (12м3) | 12 589 300 | 4 | 10 | 5 035 720 | 50 357 200 |
| Цистерна для хранения продукции перед фасовкой (40м3) | 40 745 302 | 2 | 8 | 10 186 326 | 81 490 604 |
| Фасовочная линия | 7 230 000 | 1 | 5 | 1 446 000 | 7 230 000 |
| Оборудование для закручивания крышек | 3 500 000 | 1 | 5 | 700 000 | 3 500 000 |
| Линия 2 (производство фунгицидов и инсектицидов) |
| Реактор (20 м3) | 23 986 000 | 2 | 10 | 4 797 200 | 47 972 000 |
| Цистерна для хранения продукции перед фасовкой (40м3) | 11 400 000 | 1 | 8 | 1 425 000 | 11 400 000 |
| Фасовочная линия | 7 230 000 | 1 | 5 | 1 446 000 | 7 230 000 |
| Оборудование для закручивания крышек | 3 500 000 | 1 | 5 | 700 000 | 3 500 000 |

Однако в состав постоянных затрат входит такой показатель как заработная плата сотрудников. Проект создания собственного предприятия предполагает привлечение новых сотрудников, которые будут отвечать за его успешное функционирование. Таблица 10 иллюстрирует расчет заработной платы сотрудников, требуемых для обеспечения производства.

Таблица 10. Расчет заработной платы сотрудников

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование позиции | Кол-во | Заработная плата, год |
| Менеджер по планированию производства | 1 | 720 000 |
| Менеджер по химическим компонентам | 2 | 1 200 000 |
| Координатор поставок | 3 | 1 440 000 |
| Инженер | 2 | 1 440 000 |
| Главный энергетик | 1 | 540 000 |
| Декларант | 6 | 2 520 000 |
| Оператор производства | 20 | 7 200 000 |
| Ассистент оператора | 40 | 12 000 000 |

В результате заработная плата нового персонала составит 27,060,000 рублей в год.

В итоге проведенных мероприятий, доходность на чистую стоимость компании возросла с 50.23% до 86.63%. Значительный рост данного показателя говорит о справедливости инвестиционных решений в данном направлении развития компании ООО «Сингента».

**Заключение**

Итогом проведенного исследования стала попытка оптимизации и разделения инвестиционных ресурсов, причем как своих, так и заемных. Анализ текущей деятельности предприятия на территории России позволил найти слабые места и проблемы компании. В соответствии с определенными проблемами, были проанализированы методы, использование которых позволило бы улучшить деятельность компании, путем оптимального распределения финансовых ресурсов. В соответствии с поставленной задачей была определена наиболее подходящая модель: однопериодная модель проекта создания нового предприятия с учетом риска.

Применение данной модели позволило рассчитать наиболее эффективную производственную программу, обеспечивающую удовлетворение спроса не только на территории России, но также и в Украине, Белоруссии, Казахстане. Важным этапом при формировании модели было определение распределения стоимости ресурсов, требуемых для изготовления препаратов. В соответствии с распределением цен на закупку ресурсов, было найдено распределение маржинальной прибыли компании.

После проведения всех мероприятий, была произведена оценка целесообразности создания собственного производства на территории России. В результате проведенного анализа, было выявлено, что несмотря на необходимость таких крупных капиталовложений в собственные производственные мощности, положительный эффект можно наблюдать уже во второй год реализации проекта.

**Список литературы**

1. *Бауэрсокс Д.Дж., Клосе Д.Дж.*, Логистика: интегрированная цепь поставок -М.:Олимп Бизнес, 2010. - 640 с.
2. *Бочкарёв А.А.*, Планирование и моделирование цепи поставок: Учебно-практическое пособие. - М.: Альфа-Пресс, 2008. - 192 с.
3. *Бригхем Ю., Гапенски Л.,* Финансовый менеджмент: Полный курс: в 2-х т. -СПб.: Экономическая школа, 2001 г. Т.1 -497 с.
4. *Виленский П.Л., Лившиц В.П., Смоляк С.А.,* Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика- М.: Дело - 1104 с.
5. *Воронцовский А.В.,* Инвестиции и финансирование: Методы оценки и обоснования. СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 1998. -528 с.
6. *Глазунов В.Н.,* Финансовый анализ и оценка риска реальных инвестиций. -М.: Финстатинформ, 1997. - 135 с,
7. *Джонсон Ф., Линдере М., Фирон Г., Флин А.,* Управление закупками и поставками.- М: ЮНИТИ-ДАНА, 2077. -751 с.
8. *Добровольский И.,* Анализ и оценка факторов стоимости капитала компании // Управление корпоративными финансами. - №4.- 2008. - С. 28-42.
9. *Кандыбин А., Сабхи Г.,* Уникальное преимущество // Стратегический менеджмент. - №3. - 2010. - С.74-82.
10. *Котов К.В., Мищенко А.В.,* Модели управления ограниченными ресурсами в проектах создания и модернизации объектов логистической инфраструктуры // Логистика сегодня. - №1. 2011. -С. 26-34.
11. *Лукашов А.В.,* Международные корпоративные финансы и управление валютными рисками в нефинансовых корпорациях *//* Управление корпоративными финансами. - №1. - 2005. - С. 36-52
12. *Лытнев О.Н.,* Стратегический финансовый анализ с использованием модели компании Dupont // Управление корпоративными финансами. - №3. - 2010. - С.58-71
13. *Мищенко А.В.,* Методы управления инвестициями в логистических системах. - М.:ИПФРЛ-М, 2010. - 363 с.
14. *Мищенко Л.В., Пестерович Л.Г., Андреева М.В*., Оптимизация управления инвестиционными ресурсами в промышленной логистике (часть 1) // Логистика сегодня. - №1. - 2008. - С. 50-63.
15. *Мищенко А.В., Пестерович Л.Г., Андреева М.В*., Оптимизация управления инвестиционными ресурсами в промышленной логистике (часть 2) // Логистика сегодня. - №2. - 2008. - С. 70-83.
16. *Мищенко А.В., Сазонова Л.С*., Устойчивость решений в промышленной логистике // Логистика сегодня. - №5. - 2009. - С. 280-295.
17. *Мищенко А.В., Ульянова Т.И.,* Количественные методы технического анализа инвестиционного проекта в промышленной логистике // Логистика сегодня. - №1. - 2010. - С. 46-58
18. *Мищенко А.В., Хайрулина Л.С, Шатохипа О.О*., Управление оборотным капиталом в промышленной логистике // Логистика сегодня. *-* №4. - 2005. - С.43-58
19. Организация производства и управление предприятием / Под ред. О.Г. Туровца.- М.: ИНФРА-М, 2006. - 544с.
20. *Островская Э*., Риск инвестиционных проектов.- М.: Экономика, 2004. – 269 с.
21. *Радиевский М.В.,* Организация производства: инновационная стратегия устойчивого развития предприятия. - М: ИНФРА-М, 2010. - 377с.
22. *Сток ДЖ.Р. Ламберт Д.М*., Стратегическое управление логистикой. М.:ИНФРА-М, 2005, - 797 с.
23. *Фатхутдинов Р.А*., Организация производства - М.:ИНФРА-М,2010. -544 с.
24. *Четыркин Е.М.,* Финансовая математика. - М: Дело, 2006. - 400 с.
25. *Четыркин Е.М*., Финансовый анализ производственных инвестиций. - М.: Дело, 2001. -256 с.
26. *Шапиро Дж.*, Моделирование цепи поставок - СПб.: Питер, 2006. -720

**References**

1. *Bowersox DJ, DJ Klos*, Logistics: integrated supply chain-M.: Olympus Business, 2010. - 640.
2. *Bochkarev A*.*A.*, Planning and simulation of the supply chain: a training manual. - M.: Alpha-Press, 2008. - 192 p.
3. *Brigham Yu, L. Gapenski*, Financial Management: The Complete Course: in 2 volumes, St. Petersburg.: School of Economics, 2001 with T.1 -497.
4. *Vilensky P.L., Livshits* *V.P.*, Smolyak *S.A*., evaluation of investment projects: The Theory and Practice M. Case - 1104 s.
5. *Vorontsov A.V.*, Investment and Finance: Methods of assessment and justification. SPb.: Publishing, St. Petersburg University, 1998. -528 S.
6. *Glazunov V.N.*, financial analysis and risk assessment of real investment. -M.: Finstatinform, 1997. - 135,
7. *Johnson, F., M. Linder, Fironov G., A. Flynn*, and procurement and supply. - M: UNITY-DANA, 2077. -751 S.
8. *Dobrowolski, I.*, Analysis and evaluation of the company's capital value drivers / / Corporate Finance Department. - № 4. - 2008. - S. 28-42.
9. *Kandybin A., Sabha G*., unique advantage / / Strategic Management. - № 3. - 2010. - P.74-82.
10. *Kotov K.V., A.V. Mishchenko*, Models manage limited resources in the project development and modernization of the logistics infrastructure / / Logistics today. - № 1. 2011. -C. 26-34.
11. *Lukashov A.V.*, International Corporate Finance and currency risk management in non-financial corporations / / Corporate Finance Department. - № 1. - 2005. - S. 36-52
12. *Lytnev O.N.*, strategic financial analysis using a model of Dupont / / Corporate Finance Department. - № 3. - 2010. - P.58-71
13. *Mishchenko A.V.*, methods of investment management in logistics systems. - Moscow: IPFRL-M, 2010. - 363 p.
14. *Mishchenko A.V., Pesterovich L.G., Andreeva* *M.V.*, Optimization of investment resources in industrial logistics (Part 1) / / Logistics today. - № 1. - 2008. - S. 50-63.
15. *Mishchenko A.V., Pesterovich L.G., Andreeva* *M.V.*, Optimization of investment resources in industrial logistics (part 2) / / Logistics today. - № 2. - 2008. - S. 70-83.
16. *Mishchenko A.V., Sazonov L.S.*, sustainable solutions in the industrial logistics / / Logistics today. - № 5. - 2009. - S. 280-295.
17. *Mishchenko A.V., Ulyanov T.I.*, Quantitative methods of technical analysis of the investment project in the industrial logistics / / Logistics today. - № 1. - 2010. - S. 46-58
18. *Mishchenko A.V., Khairulina L.S., Shatohipa O.O.*, Working Capital Management in Logistics Industry / / Logistics today. - № 4. - 2005. - P.43-58
19. Organization of production and business management / ed. OG Turovets. - Moscow: INFRA-M, 2006. - 544s.
20. *E. Ostrovsky*, risk of investment projects. - Moscow: Economics, 2004. - 269 p.
21. *Radievsky M.V.,* production organization: an innovative strategy for the sustainable development of the company. - Moscow: INFRA-M, 2010. - 377s.
22. *Stock J.R., Lambert, D.M.*, Strategic logistics management. Moscow: INFRA-M, 2005, - 797 p.
23. *Fatkhutdinov R.A.,* production organization - Moscow: INFRA-M, 2010. -544 S.
24. *Chetyrkin Е.M.,* Financial Mathematics. - M: Business, 2006. - 400 p.
25. *Chetyrkin Е.M.*, financial analysis of productive investment. - M. Case, 2001. -256 S.
26. Shapiro, J., Modeling supply chain / / C-P-2007.