

УДК 658.5
JEL L23
DOI 10.25205/2542-0429-2017-17-3-179-191

В. В. Титов^{1,2}, Д. А. Безмельницын³, С. К. Напреева⁴

¹ *Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
пр. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия*

² *Новосибирский государственный университет
ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090, Россия*

³ *Научно-производственное объединение «ЭЛСИБ» ПАО
ул. Сибиряков-Гвардейцев, 56, Новосибирск, 630088, Россия*

⁴ *ООО Научно-производственное предприятие геофизической аппаратуры «Луч»
ул. 2-я Юргинская, 34, Новосибирск, 630051, Россия*

titov@ieie.nsc.ru, gd@elsib.ru, stenka1@yandex.ru

ПЛАНИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РИСКА И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ВО ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЕ

Оптимизация планирования деятельности предприятия с учетом риска и неопределенности внешней и внутренней среды представляется сложной научно-методологической проблемой. Ее решение важно для практики планирования. Поэтому актуальность данной темы исследований не вызывает сомнений. Планирование основано на использовании многоуровневой системы моделей.

На верхнем уровне достижение ключевых стратегических показателей обеспечивается разработкой и внедрением нововведений, в основном связанных с планированием выпуска новой высокотехнологичной продукции. Однако именно на этом уровне в наибольшей степени возникает влияние рисков и неопределенности на процессы планирования разработки, производства и реализации новой продукции. В научной литературе предлагается использовать для этой цели стохастические графы с возвратами. Эта идея поддерживается и в этой работе. Однако реализация такой идеи требует дополнительных методологических и методических разработок, проведения количественных расчетов.

Согласование стратегических решений с тактическими планами основано на идее устранения экономических и других рисков, связанных с хозяйственной деятельностью предприятия в тактическом планировании, за счет создания стохастических резервов на основе реализации дополнительных нововведений, обеспечивающих получение сверхплановых объемов продаж, прибыли и других показателей стратегического плана. Организация оперативного управления производством представляется итеративным, скользящим процессом (уменьшающим риски в производстве), реализуемым с учетом ограничений тактического управления.

Ключевые слова: согласование стратегического, тактического, оперативного управления, условия риска и неопределенности, оптимизация.

В условиях динамизма внешней среды в российской и мировой экономике, внутренней среды в корпорациях трудности управления промышленными предприятиями значительно возрастают. Это происходит из-за отсутствия обоснованных методик управления рисками на предприятиях [1]. В данной работе концептуально представлен подход к планированию устойчивого функционирования предприятия. При этом риск и неопределенность во внешней и внутренней среде учитываются как основные условия принятия решений. Комплекс

Титов В. В., Безмельницын Д. А., Напреева С. К. Планирование функционирования предприятия в условиях риска и неопределенности во внешней и внутренней среде // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17, № 3. С. 179–191.

моделей внутрифирменного управления представлен тремя уровнями стратегического, тактического и оперативного планирования. Потому коротко представим модели принятия решений для каждого уровня управления.

Стратегическое управление как основа конкурентоспособности предприятия

Стратегический подход к управлению предполагает формирование видения и миссии предприятия на долгосрочную перспективу, нацеленных на долгосрочную конкурентоспособность предприятия. Ставятся долгосрочные стратегические цели по главным направлениям работы предприятия с учетом анализа внешней и внутренней среды предприятия. Создаются механизмы оценки, выбора из альтернативных стратегических решений. Такая проблема эффективно решается с помощью модели оптимизации, предназначенной для планирования деятельностью предприятия [2].

Эффективное развитие предприятия невозможно без реализации инноваций, но сложен процесс его планирования. Внутрифирменное планирование играет важнейшую роль в инновационном развитии и его внедрении в реальный сектор экономики. Источником роста прибыли может быть именно новая высокотехнологичная продукция.

Инновации на предприятии должны соответствовать рыночной структуре удовлетворения потребностей покупателей. Инновационный процесс затрагивает научно-технический, экономический, социальный, организационный процессы предприятия. Инновация подразумевает и внедрение в производство, реализацию с целью получения прибыли. Без коммерциализации инновация становится бесполезной разработкой. Таким образом, в стратегическом планировании инновационный процесс играет основную роль. Управление инновациями осуществляется в тесной взаимосвязи с разработкой изделия, производством, маркетингом, сбытом.

Планирование инновационного процесса требует использования современных, проверенных и надежных методов и подходов, которые хорошо представлены в научной литературе. Однако коротко представим сетевое планирование, которое является основой для планирования инновационного процесса.

Сетевое планирование разработки новой продукции позволяет представить полный перечень и длительность работ проекта, порядок их следования, определить длительность всего проекта и критические работы проекта, найти резервы времени по каждой работе. Его применяют при планировании разработки нового изделия, определенного комплекса работ, логистики или реконструкции объектов.

Методика сетевого планирования разработана М. Уолкером из фирмы «Дюпон» и Д. Келли из фирмы «Ремингтон Рэнд» в 1956 г. Результатом их работы стало создание метода Уолкера – Келли, метода критического пути (или CPM – CriticalPathMethod). В России сетевым планированием на основе графов с возвратами также активно занимались (см., например, [3–5] и др.).

Сетевое планирование служит основой разработки вариантов стратегического и тактического планов развития предприятия. Эти планы служат базой управления инновационными работами.

Оценка эффективности инновационного процесса определяется на основе моделирования, где учитываются длительность процесса, затраты.

Итак, на первом этапе разработки нового продукта производится построение стратегических планов. На этом уровне перспективного планирования определяются состав, сроки и стоимость выполнения работ, используется сетевое моделирование, которое дает возможность определить сроки выполнения работ, вероятность успешности разработки, стоимость работ в целом и каждого узла в частности для нового изделия. Такая информация позволяет новую продукцию учесть при перспективном планировании производственной программы, дать системную оценку эффективности нового изделия с точки зрения функционирования всего предприятия [2; 6–8].

При планировании разработки нового изделия, его производства и реализации в условиях риска и неопределенности необходимо обосновать максимальные параметры затрат на раз-

работку, сроки возможного начала производства изделия, себестоимость его производства и реализации с вероятностью близкой к единице. Такая задача может быть решена с помощью построения стохастических графов с возвратами. Кроме этого, с вероятностью близкой к единице, необходимо дать оценку минимального спроса на новую продукцию по планируемому годам. Именно при минимальном спросе на продукцию производство должно быть рентабельным, а сам проект освоения новой продукции должен иметь положительную оценку чистого дисконтированного дохода. Если сроки разработки новой продукции, ее себестоимость будет меньше рассчитанных, а спрос превысит ожидаемое значение, это только улучшит показатели деятельности предприятия. Так как в работе рассматривается ситуация разработки и производства новой продукции для действующего предприятия, то следует ставить комплексную задачу стратегического перспективного оптимизационного планирования функционирования предприятия в условиях риска и неопределенности в целом. В этом случае оценка инновационно-инвестиционного проекта будет наиболее обоснованной [2; 8].

В целом представленная идея использует уже известные элементы управления на предприятии (стохастические графы с возвратами, оптимизационные модели планирования и др.), но в исследовании они сведены в единый системный методический подход, позволяющий количественно решить сложнейшую задачу планирования реализации инновационного процесса на промышленном предприятии (на примере разработки и реализации нового изделия предприятия ООО «Научно-производственное предприятие геофизической аппаратуры «Луч»» (НПП ГА «Луч»).

Как уже сказано, при разработке новой продукции следует учесть неопределенности. Такие процессы учитываются в сетевых моделях. При разработке сложных изделий, где степень неопределенности большая, используются имитационные модели, основанные на альтернативных стохастических графах. Такие модели отличаются от сетевых тем, что они могут учитывать степень неопределенности и случайные влияния на параметры разработок. Мы не будем затрагивать математическое обоснование этого процесса (см. [3–5] и др.). Этапы построения моделей отражают этапы создания и производства новой продукции, особенно те этапы, на которых существуют различные варианты в решениях конструкторов и технологов.

Результатом построения стохастических графов являются вероятностные характеристики (математические ожидания, дисперсии времени наступления событий, эмпирические функции распределения искомых параметров, времени выполнения проекта). На основе данных предприятия НПП ГА «Луч» сформирован стохастический граф с возвратами процесса разработки и производства нового изделия [6]. Далее определяется возможный объем продаж при вероятности благополучного исхода близкой к единице.

Сначала были определены такие базовые характеристики сетевого графа, как время, стоимость и вероятность благополучного исхода разработки каждой детали. Эти показатели рассчитывались на основе метода формирования обобщенной оценки мнений экспертов и опыта разработки и производства похожих узлов и деталей [7]. Следующим шагом было определение общих параметров сетевого графа. Общая вероятность благополучного исхода определяется по формуле Байеса. Время изготовления и выпуска изделия – на основе теории массового обслуживания. На основе этого определяются вероятность и время выполнения проекта, что позволяет вычислить предполагаемую дату его завершения и стоимость (табл. 1).

Следующим этапом построения математической модели является определение объема продаж и производства товара.

Из результатов моделирования процесса разработки и производства нового товара следует, что с вероятностью 89,8 % предприятие произведет этот товар. Для определения предполагаемого объема выпуска прибора был сделан прогноз объема продаж с использованием программы Foresail и на основе эконометрических методов. Для построения прогноза была выбрана эконометрическая модель Хольта – Винтерса [8].

При формировании задачи оптимизационного планирования деятельности предприятия с учетом НИОКР была использована модель планирования функционирования и развития предприятия [2], но доработанная с учетом особенностей предприятия [9]. При этом учитывались оценки затрат, ограничения, связанные с разработкой новой продукции, закупкой

Таблица 1

Основные параметры разработки нового изделия [7]

Общая вероятность неудачного исхода, %	Вероятность возврата (брака), %	Реализация проекта			
		время, ч	стоимость, руб.	дата	
				начало	окончание
10,2	89,8	1 699	4 721 231	10.09.2009	01.09.2010
32,1	67,9	1 583	4 601 231	10.09.2009	16.08.2010
54,1	45,9	1 517	4 589 211	10.09.2009	07.08.2010
61,0	39,0	1 466	4 365 252	10.09.2009	30.07.2010
62,1	37,9	1 435	4 561 232	10.09.2009	26.07.2010
76,9	23,1	1 199	3 271 433	10.09.2009	24.06.2010
77,3	22,7	1 197	3 252 916	10.09.2009	23.06.2010
78,0	22,0	1 190	3 249 342	10.09.2009	22.06.2010
80,2	19,8	1 169	3 193 429	10.09.2009	01.06.2010
88,2	11,8	998	2 789 045	10.09.2009	24.04.2010
1	0	978	2 630 561	10.09.2009	09.04.2010

нового оборудования, характеристики удачного исхода разработок, по которым ставились ограничения по объемам продаж с учетом сроков получения опытных образцов, себестоимости новой продукции.

Оптимизационная модель для НПП ГА «Луч» построена по данным 2009 г. со среднесрочным прогнозом на период 2010–2014 гг., причем рассмотрены три варианта модели оптимизационного планирования: планирование деятельности предприятия с целевой функцией на максимум чистого дисконтированного дохода (ЧДД) при условии разработки новой продукции; с целевой функцией на максимум чистой прибыли при условии разработки новой продукции; с целевой функцией на максимум ЧДД, но без разработки новой продукции.

Коротко представим результаты оптимизационных расчетов. Рассмотрим двойственные оценки [10] ограничений в задаче оптимизации на максимум ЧДД (табл. 2). На переменные, связанные с выпуском продукции и реализацией проектов, наложены ограничения целочисленности. Так как решение в целых числах выходит на верхние и нижние границы на соответствующие переменные, а решение такой же задачи без условия целочисленности дает тот же результат, то воспользуемся решением задачи линейного программирования.

Представим анализ (см. табл. 2) двойственных оценок по продукции, части ограничений. Так, двойственная оценка нового изделия № 2 определена в объеме 199,1 тыс. руб. Следовательно, если верхнюю границу спроса уменьшить на единицу, то ЧДД сократится на 199,1 тыс. руб. Двойственные оценки изделий для первого года планирования существенно больше, чем для последующих лет. Это говорит о наличии системного (синергического) эффекта на предприятии. Получение прибыли за счет продажи какого-то изделия в первом году обеспечивает финансирование новых разработок в последующие годы, которые при их реализации также дают прирост прибыли, и т. д. В пятом году двойственные оценки формируются только на базе эффектов этого периода.

Однако основной интерес связан с оценкой эффективности разработки и реализации нового прибора. Все, что связано с данным прибором, представлено в модели с помощью целочисленной переменной $H_{\text{прд}}$. Двойственная оценка для этой переменной равна приросту ЧДД на 1856,37 тыс. руб. Таким образом, программа создания и реализации нового прибора эффективна, способствует росту стоимости предприятия. Уточняется такая оценка следующим образом: решается та же задача на максимум ЧДД, но без проекта. ЧДД уменьшается с 47,77 млн до 45,86 млн руб., т. е. на 1,91 млн руб. Как видим, двойственная оценка проекта и расчеты с проектом и без него дают почти одинаковые результаты. Это подтверждает правильность расчетов. Новая продукция за пять лет обеспечит прирост чистой прибыли на 16 843 тыс. руб.

Таблица 2

Двойственные оценки ограничений
на переменные задачи оптимизационного прогнозирования
с целевой функцией на максимум ЧДД (тыс. руб.)

Показатель	Год				
	2010	2011	2012	2013	2014
Обозначение изделий					
x_1	-328,80	-217,74	-153,98	-96,97	-45,88
x_2 , новый прибор	-199,10	-131,80	-93,30	-58,70	-27,80
x_3	-70,82	-46,90	-33,17	-20,88	-9,88
x_4	-2,60	-1,71	-1,21	-0,76	-0,36
x_5	-2,67	-1,76	-1,25	-0,78	-0,37
x_6	-1,56	-1,03	-0,73	-0,46	-0,22
x_7	-734,67	-486,55	-344,68	-216,68	-102,54
Название ограничений					
Объем продаж	-0,27	-0,18	-0,127	-0,08	-0,038
Капитал и резервы	10	10,66	10,62	10,60	10
Прирост кредиторской задолженности	10	-10,66	-10,62	-10,60	-10
Название целочисленных переменных					
$X_{\text{нпр}}$ – новая продукция	-1 856				
НИОКР, $X_{\text{НИОКР}}$	5030,03				
Программа капвложений, $X_{\text{квл}}$	-315,68				

Снижает ЧДД реализация дополнительной программы НИОКР за пять лет на 5 030 тыс. руб. Она реализуется в обязательном порядке, хотя и недостаточно эффективна. Программа капитальных вложений увеличивает ЧДД на 315,68 тыс. руб. (см. табл. 2).

Таким образом, в работе представлен методологический подход к организации планирования деятельности предприятия от разработки новой продукции до ее реализации в системе оптимизационного внутрифирменного управления в условиях риска и неопределенности внутренней среды. Пока рассмотрен только верхний уровень планирования – процесс создания новой продукции на основе использования стохастических графов с возвратами, теории массового обслуживания и оптимизационного планирования для оценки эффективности реализации новой продукции. Методический подход к организации планирования иллюстрируется практическими расчетами.

Планирование согласования стратегического и тактического управления в условиях риска и неопределенности во внешней и внутренней среде

Представим методологический подход к формированию производственной программы предприятий серийного и мелкосерийного машиностроительного, приборостроительного производства на текущий год, когда спрос на продукцию носит вероятностный характер. Однако необходимо согласовать стратегические показатели, характеризующие развитие предприятия, с тактическими планами. Представим проблему более конкретно, с практической точки зрения: построить тактический план работы предприятия на планируемый период так, чтобы ключевые показатели на данный плановый период были бы выполнены (или перевыполнены). Сразу следует отметить, что здесь речь идет не только о системе согласования показателей, но и о решении задачи стохастического программирования [2]. Однако решать такие задачи на предприятии достаточно трудно. Именно поэтому рассмотрим более простой методологический подход к решению подобной проблемы [11].

Рассмотрим методологический подход к согласованию в серийном производстве с небольшой длительностью производственного цикла [11]. Производственный план формируется на основе прогнозных оценок спроса на продукцию предприятия. Однако вероятностный характер спроса не учитывается. Отсюда результат реализации продукции не совпадает с планом. Здесь-то и возникает сложная задача по принятию решения во внутрифирменном управлении – текущее, тактическое планирование должно с наибольшей вероятностью приблизить фактические результаты работы предприятия к стратегическим планам в рассматриваемом периоде.

Так, текущий, годовой план составляется в три этапа. Сначала обеспечивается формирование его проекта. Исходные данные по затратам – из предпланового (базового) года. Прогнозная информация – по ценам, спросу на продукцию и др. Из стратегического плана фиксируются ключевые показатели. Они должны быть выполнены: продажи, реализация, чистая прибыль, уровень рентабельности и др. Расчет проекта годового плана покажет степень расхождения рассчитанных показателей с ключевыми.

Данные рассогласования устраняются (на втором этапе) формированием плана реализации новаций. План повышения эффективности производства – важнейший элемент во внутрифирменном планировании, обеспечивающий и согласование показателей работы предприятия. Для второго этапа расчетов эффективно применение оптимизационной модели. С помощью модели составляется план реализации нововведений, позволяющий устранить (либо нет) указанное рассогласование показателей, представить оптимизационный анализ ситуации.

Предположим, что задача согласования решена, либо когда нет эффективных новаций, то часть ключевых стратегических показателей не будут достигнуты. Кроме этого, не учитывается стохастический характер прогноза по спросу на продукцию. Ясно, что реализация любого плана приводит к результатам, отличным от плановых.

В таком случае ставится следующая задача – это третий этап согласования текущих планов со стратегическими показателями: следует сформировать такой годовой (квартальный, месячный) план, который с вероятностью близкой к единице приведет к выполнению ключевых показателей стратегического плана на рассматриваемый период.

Стохастический характер спроса на продукцию учитывается с помощью метода Монте-Карло. Генерируются прогнозы максимальных значений спроса с учетом информации за предшествующие периоды. Определяются среднеквадратические отклонения фактических значений от плановых. Статистические наблюдения за несколько лет позволяют обосновать закон распределения случайных величин.

Таким образом, рассчитываются варианты спроса по всем наименованиям продукции, что позволяет воспользоваться моделью оптимизации для генерации множества планов деятельности предприятия. Это позволяет дать оценку вероятности ситуации на рынке того, что ключевые показатели стратегического плана выполнены не будут. Определяются и максимально возможные отклонения от плана. В практике планирования подобная информация на предприятиях отсутствует.

Полученная информация дает оценку стохастическим резервам, которые следует создать на предприятии. Они определяются максимальными отклонениями в расчетных вариантах плана рисками недостижения ключевых показателей первоначальных прогнозных значений. Устранение рисков можно достигнуть за счет диверсификации производства и увеличения плана объемов продаж, разработки дополнительных новаций снижения затрат в производстве и др.

Таким образом, рекомендуется не решать значительное количество задач по стохастическому программированию, а использовать анализ информации о фактических отклонениях спроса от прогноза. Метод Монте-Карло позволяет генерировать варианты спроса. Такая информация обеспечивает расчет множества планов деятельности предприятия. Из таких вариантов плана находятся худшие решения по ключевым показателям. Наибольшее их отклонение от стратегических показателей и определяет возможные риски невыполнения тех или иных ключевых показателей. Такие риски устраняются созданием стохастических резервов.

Таблица 3

Тактические планы, учитывающие случайные отклонения фактического спроса за годовой период выпуска продукции от прогнозного (млн руб., %)

№ п/п	Показатель	Контрольный показатель	Исходное решение	Планы производства и реализации продукции с учетом возможных отклонений спроса от прогнозного, млн руб., %							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	Реализация	443,0	428,6	439,1	435,7	426,7	415,9	440,3	449,5	437,9	404,0
2	Чистая прибыль	20	23,2	23,3	21,9	21,3	17,8	23,8	29	24,7	17,1
3	Рентабельность продаж	5,6	6,8	6,6	6,3	6,2	5,3	6,8	8,1	7,1	5,3
4	Инвестиции на техническое перевооружение	20	23,2	23,3	21,9	21,3	17,8	23,8	29	24,7	17,1

Методический подход к согласованию показателей тактического и стратегического управления рассмотрим на данных приборостроительного предприятия с серийным характером производства [11]. Подобная задача может быть поставлена и на машиностроительном предприятии с серийным, крупносерийным производством с небольшой длительностью производственного цикла (до месяца).

Итак, реализация стратегического управления осуществляется с учетом риска и неопределенности на годовой период. Пусть на планируемый период заданы на основе стратегического планирования контрольные показатели работы предприятия, сформирован тактический план и производственная программа с учетом верхней границы спроса на продукцию, которая обоснована службой маркетинга (табл. 3). Используя метод Монте-Карло, формируем варианты спроса с учетом возможных отклонений. С помощью модели оптимизации формируются варианты тактического плана. Восемь вариантов плана (часть их показателей) представлены в табл. 3.

Восьмой вариант в наибольшей степени не обеспечивает достижение ключевых показателей: продажи уменьшаются на 5,7 %, прибыль снижается на 26 %, рентабельность – на 21,4 %. Такая информация позволяет определить уровень стохастических резервов на предприятии. Так, в данной ситуации на основе диверсификации производства следует увеличить продажи на 40 млн руб., реализовать новации по снижению затрат.

Интеграция тактического планирования и операционной деятельности на предприятии

Далее представим методологический подход к согласованию тактических и операционных планов деятельности промышленных предприятий.

Производство относится к вероятностной системе, нарушение оперативных планов происходит ежедневно. Необходимо непрерывно корректировать графики на производственных участках. Проблема состоит в следующем. В реальных производственных условиях во времени исходная задача корректируется: первоначальный состав деталей на участках изменяется – приходят новые партии деталей, они входят в узлы, изделия. Сборочный процесс не может осуществляться без наличия всех готовых деталей. По товарной продукции задаются сроки ее выпуска. Фактические длительности операций отличаются от плановых, что также изменяет условия задачи. Оптимизация планирования нацелена на повышение эффективности производства за счет уменьшения уровня незавершенного производства, сокращения длительности производственного цикла (ДПЦ). Следовательно, в единичном, мелкосерийном и серийном производстве оперативное управление в указанных условиях обеспечивается непрерывным решением задач календарного планирования (по сменам, суткам, неделям) с учетом ограничений по срокам выпуска продукции в тактических планах. При этом решаются две задачи: одна задача оперативного управления производством (ОУП) ставится в целом по предприятию, другая – для участков производства.

В текущем, тактическом (месячном, квартальном, годовом) плане задаются сроки выпуска готовой продукции. В ОУП в целом для предприятия на сборочных участках фиксируются сроки поступления готовых партий деталей. Затем с помощью имитационной или оптимизационной модели строится план-график в последовательности, обратной технологической обработке партий деталей по ведущим операциям, выполняемым на лимитирующих группах оборудования. По остальным операциям приближенно задается время обработки и пролеживания. В оптимизационной модели задается множество возможных вариантов выполнения ведущих операций во времени. Это позволяет использовать модели целочисленного программирования. Таким образом, формируется допустимое решение задачи календарного планирования в целом для предприятия на время, не меньшее наибольшей длительности производственного цикла [2]. Плановая информация поступает на каждый участок производства. План-график пересматривается, сдвигаясь на единицу времени (декаду, месяц) или с момента существенных изменений – заключены новые договоры, произошло отклонение фактического выполнения работ от плана. На основе скользящего планирования на данном уровне ОУП устраняются возникающие риски.

На участке производства план-график строится по всем операциям на каждую смену, основываясь на информации от решения задачи календарного планирования в целом для предприятия [2]. При этом используется имитационная (основанная на применении картотеки пропорциональности) или оптимизационная модель. В наибольшей степени отклонения от плана приходится исправлять именно на данном уровне ОУП. Следовательно, даже при использовании моделей оптимизации мы говорим только об оптимизации решения, о приближенном решении задач оперативно-календарного планирования.

Решения представленной задачи позволяют увязать их с показателями технико-экономического и финансового планирования через согласование планов выпуска готовой продукции в тактическом планировании и ОУП, что повышает качество оперативного управления.

В единичном и мелкосерийном производстве высокотехнологичной продукции с большой ДПЦ рассматриваются два подхода. В первом используется имитационная модель, отражающая процесс производства с учетом ведущих операций. Планирование осуществляется от текущего времени на определенный период принятия решений (декаду, месяц). Существенные изменения ситуации приводят к пересмотру всего графика работ с нового момента времени. Решение принимается относительно заданного срока выпуска продукции, используются приоритеты деталей – минимум резерва времени до выпуска готовой продукции, относительный резерв времени, а ОУП представляется итерационным процессом.

В оптимизационном (втором) варианте расчетов при тех же исходных данных приближение к оптимальному решению наблюдается в большей степени, чем в имитационном. Так, сокращается длительность обработки, уровень оборотных активов, повышается степень загрузки оборудования. Из-за возникающих изменений в данных приходится чаще ставить задачу оптимизации. Таким образом, реализуется такой же скользящий процесс ОУП, как и в первом варианте. Во втором варианте расчетов требуется использование специального программного обеспечения решения задачи частично целочисленного программирования [12].

Далее представим методологическую основу согласования тактического и оперативного управления в серийном производстве высокотехнологичных изделий. Для такой продукции, как правило, велика ДПЦ. Предлагается систему ОУП с таким характером производства организовать на основе использования задач оптимизации объемно-календарного, оперативно-календарного и сетевого планирования.

Планирование в подобных производствах обычно организуется на базе сетевого планирования, определения критического пути. Однако при этом не решается основная проблема – не учитываются ограничения по использованию ресурсов. Когда такие ограничения ставятся, то возникает задача, эффективный алгоритм решения которой до настоящего времени не разработан. В данной работе предлагается такую задачу решать с помощью моделей сетевого и оперативно-календарного планирования [13], их системного объединения. Из оперативно-календарного планирования используется подход создания для ведущих операций множества вариантов их выполнения во времени, что позволяет графики работ сдвигать во времени в ту или другую сторону, учитывать использование ресурсов во времени, ограничения по ресурсам. Важно и то, что приближенно решается проблема задания длительностей работ (операций) не в целых числах.

Сетевое планирование позволяет учесть последовательность выполнения работ, сроки завершения всех работ в вершинах сетевого графика. Срок завершения работ в последней вершине согласуется с заданным временем выпуска готовой продукции из тактического плана. Таким образом, предлагается воспользоваться сетевым планированием, но с учетом возможности сдвигать время выполнения отдельных операций и в целом работ относительно друг друга, выделяя «узкие места» производства, как это делается при оперативно-календарном планировании [2; 14; 15].

Критерий оптимизации – минимум времени выполнения работ по изделиям, минимум незавершенного производства в целом по предприятию. В целом задача сетевого планирования производства с учетом ограничений по ресурсам сводится к задаче линейного целочисленного программирования. Решение такой задачи вполне может осуществляться с помощью программного обеспечения [12].

Заключение

В работе представлен научно-методологический, практический подход к планированию деятельности предприятия в условиях риска и неопределенности внешней и внутренней среды. В такой ситуации трудности управления промышленными предприятиями значительно возрастают. Это происходит из-за отсутствия достаточно обоснованных методик управления рисками на предприятиях. В данной работе концептуально представлен подход к решению указанной проблемы. При этом риск и неопределенность во внешней и внутренней среде учитываются как основные условия при принятии решений. Комплекс же моделей принятия решений представлен тремя уровнями.

На верхнем уровне достижение ключевых стратегических показателей обеспечивается разработкой и внедрением нововведений, в основном связанных с планированием выпуска новой высокотехнологичной продукции. Однако именно на этом уровне в наибольшей степени возникает влияние рисков и неопределенности на процессы планирования разработки, производства и реализации новой продукции. В научной литературе предлагается использовать для этой цели стохастические графы с возвратами. Эта идея поддерживается и в нашей работе. Однако реализация такой идеи требует дополнительных методологических и методических разработок, проведения количественных расчетов.

Согласование стратегических решений с тактическими планами основано на идее устранения экономических и других рисков, связанных с хозяйственной деятельностью предприятия в тактическом планировании, за счет создания стохастических резервов на основе реализации дополнительных нововведений, обеспечивающих получение сверхплановых объемов продаж, прибыли и других ключевых стратегических показателей. Для расчетов используется модель оптимизации планирования деятельности предприятия.

Оперативное управление производством организуется как итеративный, скользящий процесс (уменьшающий производственные риски), реализуемый единой задачей с тактическим управлением. Используются имитационные и оптимизационные модели.

В целом разработанная система моделей, несомненно, представляет интерес для теории и практики управления промышленными предприятиями.

Список литературы

1. Качалов Р. М. Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения. М.; СПб.: Нестор-История, 2012. 248 с.
2. Титов В. В. Оптимизация принятия решений в управлении промышленной корпорацией. Вопросы методологии и моделирования. Saarbrücken, Palmarium Academic Publishing, 2013. 337 с.
3. Андерсон А. Р., Гриненко Б. А., Мартынов Э. З., Мироносецкий Н. Б. Управление производством новых изделий. Новосибирск: Наука, 1980. 216 с.
4. Мироносецкий Н. Б. Моделирование процессов создания и выпуска новой продукции. Новосибирск: Наука, 1976. 167 с.
5. Мироносецкий Н. Б., Кирина Л. В., Кузнецова С. А., Маркова В. Д., и др. Модели управления научно-техническим прогрессом на предприятии / Отв. ред. К. А. Багриновский; ИЭОПП СО АН СССР. Новосибирск: Наука, 1988. 153 с.
6. Напреева С. К. Применение стохастических графов с возвратами при планировании деятельности производства с учетом НИОКР // Управление инновациями: проблемы, методы и механизмы: Сб. науч. тр. / ИЭОПП СО РАН; под ред. В. В. Титова, В. Д. Марковой. Новосибирск, 2008. С. 248–261.
7. Напреева С. К. Определение стоимости и трудоемкости разработки нового изделия // Стратегия развития предприятий на основе реализации инновационной политики: Сб. науч. тр. / ИЭОПП СО РАН; под ред. В. В. Титова, В. Д. Марковой. Новосибирск, 2009. С. 272–282.
8. Winters P. R. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. 1960. Mgmt. Sci, 6. P. 324.

9. Напreeва С. К. Применение оптимизационных моделей для планирования разработки новой геофизической аппаратуры // Инновации и инвестиции. 2014. № 6. С. 127–132.
10. Канторович Л. В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 347 с.
11. Титов В. В., Цомаева И. В. Согласование стратегического и тактического управления на промышленном предприятии в условиях неопределенности спроса на продукцию // Регион: экономика и социология. 2014. № 2. С. 235–247.
12. Забиняко Г. И. Пакет программ целочисленного программирования // Дискретный анализ и исследование операций. Серия 2. Т. 6, № 2. 1999. С. 32–41.
13. Титов В. В., Безмельницын Д. А. Оптимизация согласования оперативного управления сложным производством со стратегическими планами предприятия // Экономика и математические методы. 2015. Т. 51, вып. 3. С. 102–108.
14. Плещинский А. С. Оптимизация межфирменных взаимодействий и внутрифирменных управленческих решений. М.: Наука, 2004. 254 с.
15. Титов В. В., Безмельницын Д. А. Интеграция стратегического планирования и операционной деятельности на предприятии на основе оптимизационного моделирования // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Социально-экономические науки. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 123–130.

Материал поступил в редколлегию 27.04.2017

V. V. Titov^{1,2}, D. A. Bezmelnitsyn³, S. K. Napreyeva⁴

¹ *Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS
17 Academician Lavrentiev Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation*

² *Novosibirsk State University
1 Pirogov Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation*

³ *Research and Production Association ELSIB PAO
56 Sibiryakov-Gvardeyev Str., Novosibirsk, 630088, Russian Federation*

⁴ *LLC Scientific-Production Enterprise of Geophysical Apparatus «Luch»
34 2-ya Yurginskaya Str., Novosibirsk, 630051, Russian Federation*

Titov@ieie.nsc.ru, Gd@elsib.ru, Stenka1@yandex.ru

ENTERPRISE OPERATION PLANNING IN THE CONDITIONS OF RISK AND UNCERTAINTY IN THE EXTERNAL AND INTERNAL ENVIRONMENT

Optimization of the enterprise activity planning taking into account the risk and uncertainty of the external and internal environment is a complex scientific and methodological problem. Its solution is important for the planning practice. Therefore, the relevance of this research topic is beyond doubt. Planning is based on the use of a multilevel system of models.

At the top level, the achievement of key strategic indicators is ensured by the development and implementation of innovations, mainly related to the planning of the release of new high-tech products. However, it is at this level that the risks and uncertainties have the greatest impact on the planning processes for the development, production and marketing of new products. In the scientific literature it is proposed to use the stochastic graphs with returns for this purpose. This idea is also supported in this work. However, the implementation of such an idea requires additional methodological developments and quantitative calculations.

The coordination of strategic decisions with tactical plans is based on the idea of eliminating the economic and other risks associated with the economic activity of the enterprise in tactical planning, by creating the stochastic reserves based on the implementation of additional innovations that ensure the receipt of above-target sales volumes, profits and other indicators of the strategic plan. The organization of operational management of production is represented by an iterative, sliding process

(reducing risks in production), which is realized taking into account the limitations of tactical control.

Keywords: coordination of strategic, tactical, operational management, risk and uncertainty conditions, optimization.

References

1. Kachalov R. M. Upravlenie ekonomicheskim riscom: teoreticheskie osnovy i prilozheniy [Management of economic risk: theoretical foundations and applications]. Moscow, St. Petersburg, Nestor-Istoriy, 2012, 248 p. (In Russ.)
2. Titov V. V. Optimizatsiya prinyatiya resheniy v upravlenii promyshlennoiy korporatsiyey. Voprosy metodologii i modelirovaniya [Optimizing decision making in the management of the industrial Corporation. Questions of methodology and modeling]. Saarbrucken, Palmarium Academic Publishing, 2013, 337 p. (In Russ.)
3. Anderson A. R., Gritsenko B. A., Martynov E. Z., Mironosetskii N. B. Upravlenie proizvodstvom novoi prodyktsii [Production control of new products]. Novosibirsk, Nauka, 1980, 216 p. (In Russ.)
4. Mironosetskii N. B. Modelirovanie protsessov sozdaniy i viypuska novoi prodyktsii [Modeling of the processes of creation and production of new products]. Novosibirsk, Nauka, 1976, 167 p. (In Russ.)
5. Mironosetskii N. B., Kirina L. V., Kyznetsova S. A., Markova V. D. i dr. Modeli upravleniy nauchno-texnicheskimi progressom na predpriyatii [Models of management of scientific and technical progress in the enterprise] / Ed. by K. A. Bagrinovskii; IEIE SB AS SSSR. Novosibirsk, Nauka, 1988, 153 p. (In Russ.)
6. Napreeva S. K. Primenenie stokhasticheskikh grafov s vozvratami pri planirovanii deytelnosti proizvodstva s uchetom NIOKR [The application of stochastic graphs with returns in the planning of production activities with regard to R & D]. *Upravlenie innovatsiyami: problemy, metody i mekhanizmy: sbornik nauchnykh trudov* / Titov V. V., Markova V. D. (eds.). Novosibirsk, 2008, p. 248–261. (In Russ.)
7. Napreeva S. K. Opredelenie stoimosti i trudoemkosti razrabotki novogo izdeliy [Determination of the cost and complexity of new product development]. *Strategiy razvitiy predpriyitiy na osnove realizatsii innovatsionnoy politiki: sbornik nauchnykh trudov* / Titov V. V., Markova V. D. (eds.). Novosibirsk, 2009, p. 272–282. (In Russ.)
8. Winters P. R. Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages, 1960, Mgmt. Sci, 6, 324 p.
9. Napreeva S. K. Primenenie optimizatsionnykh modelei dlya planirovaniy razrabopki novoi geofizicheskoi apparaturiy [Application of optimisation models for planning the development of new geophysical equipment]. *Innovatsiy i investitsii [Innovations and investments]*. 2014, no. 6, p. 127–132. (In Russ.)
10. Kantorovich L. V. Ekonomicheskii raschet nailichshego ispolzovaniy resursov [Economic calculation of best utilization of resources]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959, 347 p. (In Russ.)
11. Titov V. V., Tsomaeva I. V. Soglasovanie strategicheskogo i takticheskogo ypravleniy na promyshlennom predpriyiti v usloviyakh neopredelennosti sprosa na prodyktsiyu [Coordination of strategic and tactical management in an industrial enterprise in conditions of uncertainty of demand for the products]. *Region: ekonomika i sotsiologiy*, 2014, no. 2, p. 235–247. (In Russ.)
12. Zabiniako G. I. Paket programm tselochislennogo programmirovaniya [The software package integer programming]. *Diskretniy analiz i issledovanie operatsiy [Discrete analysis and research of operations]*, 1999, series 2, vol. 6, no. 2, p. 32–41. (In Russ.)
13. Titov V. V., Bezmelnitsyn D. A. Optimizatsiya soglasovaniy operativnogo upravleniy slozhnym proizvodstvom so strategicheskimi planami predpriyitiy [Optimization of the matching line control of complex production with the strategic plans of the enterprise]. *Ekonomika i matematicheskie metody [Economy and mathematical methods]*, 2015, T. 51, no. 3, p. 102–108. (In Russ.)
14. Pleschinskiy A. C. Optimizatsiya megfirmennykh vzaimodeystviy i vnutfirmennykh upravlencheskikh resheniy [Optimization of inter-firm interactions and internal management decisions]. Moscow, Nauka, 2004, 254 p. (In Russ.)

15. Titov V. V., Bezmelnitsyn D. A. Integratsiy strategicheskogo planirovaniy i operatsionnoi deyatelnosti na predpriytii na osnove optimizatsionnogo modelirovaniy [Integration of strategic planning and operational activities in the enterprise based on optimization modeling]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: sotsialno-ekonomicheskie nauki* [*Vestnik NSU. Series: Social and Economic Sciences*], 2015, vol. 15, no. 1, p. 123–130. (In Russ.)

For citation:

Titov V. V., Bezmelnitsyn D. A., Napreyeva S. K. Enterprise Operation Planning in the Conditions of Risk and Uncertainty in the External and Internal Environment. *World of Economics and Management*, 2017, vol. 17, no. 3, p. 170–182. (In Russ.)