

МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЯМИ, ПРОГРАММАМИ И ПРОЕКТАМИ

Двухуровневая система планирования программы на основе генетических алгоритмов с использованием программных опционов

Two-Level Program Planning System Based on Genetic Algorithms and Program Options

DOI: 10.12737/21339

Получено: 21 мая 2015 г. / Одобрено: 17 июля 2016 г. / Опубликовано: 19 сентября 2016 г.

Макеева О.Ю.

Аспирант 3-го года обучения факультета менеджмента
НИУ-ВШЭ,
Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20,
e-mail: makeeva.o.y@gmail.com

Makeeva O.Yu.

3rd year Postgraduate Student, Management Department,
National Research University Higher School of Economics,
20, Myasnitskaya st., Moscow, 101000, Russia,
e-mail: makeeva.o.y@gmail.com

Аннотация

Существующие подходы и методы планирования программы не покрывают требований менеджеров: нет подходов или их комбинации, которые одновременно позволяли бы отслеживать крупные этапы программы и при этом углубляться в детали, а также оперативно разрабатывать и внедрять изменения, вызванные неопределенностью и влиянием факторов внешней и внутренней сред.

В данной статье разработана система планирования программы на основе генетических алгоритмов с возможностью внедрения программных опционов. Детально рассмотрены элементы системы и принципы ее работы. Проанализированы преимущества использования системы планирования применительно к программе модернизации нефтегазового месторождения. Предлагаемая система отвечает требованиям менеджеров к инструментам планирования программы и позволяет создавать гибкие планы, предполагающие заранее разработанные шаги при возникновении изменений.

Ключевые слова: управление программами, планирование программ, система планирования, разработка плана программы, генетические алгоритмы.

Abstract

There are a lot of different methods and approaches to program planning. Unfortunately they do not cover all the program managers' requirements: existing approaches and methods or their combinations do not allow monitoring program stages as well as all the details simultaneously. At the same time they don't help to develop and implement the changes caused by uncertainty and the influence of external and internal environment factors.

In this article the program planning system based on genetic algorithms and program options was designed. The whole process of system operation and its elements were considered. The advantages of planning system using in relation to the oil and gas field modernization program were analyzed. The proposed system meets the requirements of program managers to planning tools and methods and allows managers to create flexible plans that involve pre-designed steps when changes occur.

Keywords: program management, program planning, planning system, program plan development, genetic algorithms.

Введение

Планирование программы влияет на функционирование компаний в целом. От качества планирования программ зависит не только достижение цели, но и выгоды, которые получит реализующая ее компания — положение на рынке, финансовое состояние, устойчивость, привлечение новых клиентов, расширение производства, выход на новые рынки и т.п. Рыночные условия функционирования современных компаний определяют и среду выполнения программ, которая характеризуется высокой скоростью изменений. Таким образом, менеджеры программ должны отслеживать изменения и выстраивать свою деятельность в соответствии с ними. Отсюда вытекает требование к инструментам и методам планирования программы и управления — помощь менеджеру в создании гибкого расписания, т.е. расписания, включающего возможности предосторожности рискованных ситуаций, связанных с изме-

нениями внешней и внутренней сред, и подготовки к ним [1; 6; 9].

Изначально менеджеры программ при планировании пытались учесть как можно больше различных деталей и найти оптимальное решение. Для выполнения данной задачи пробовали применить точные методы и специально разработали *PERT* [8]. Но сложность сбора первоначальной и объемы перерабатываемой информации усложняли работу с использованием данных подходов. Даже *PERT* не справлялся с задачей, при этом в деталях терялась связь со стратегической целью. Одной из основных проблем применения детализированных методов стало неудобство внесения изменений: время, затрачиваемое на ручное перестроение плана, было настолько большим, что за этот период возникали новые изменения, которые необходимо было внести. Поэтому менеджеры разработали группу организационных (менеджеральных) подходов [3; 5;

11; 13], предполагающих отслеживание более крупных блоков программы и их связи со стратегическими целями. Но при использовании данных методов не хватало детализации.

Комбинация существующих подходов к планированию программы также не отвечала запросам менеджеров. Именно поэтому в основу предлагаемой системы планирования было решено положить метавэриетический метод проектного планирования — генетический алгоритм, адаптированный под нужды программы. Преимуществом данного метода является обработка за допустимое время большого числа информации о сроках, ресурсах, затратах и целях проекта и получение околооптимальных решений, из которых менеджер на основе субъективной оценки выбирает оптимальное. Применение данного инструмента для программ изучено не было [4; 7; 10; 12].

Было отмечено, что менеджеры при возникновении изменений в ходе программы, как правило, используют растягивание / сжатие отдельных проектов по срокам, выполнение проекта заново, откладывание проекта, переход на следующий, разработку и выбор альтернатив выполнения проекта. Такие методы было решено объединить в программные опционы на основе схожести принципа их работы с опционами финансовой теории [2].

Целью работы является применение и анализ преимуществ разработанной двухуровневой системы планирования программы, объединяющей в себе как детальное планирование и управление, так и стратегическое. Предлагаемая система позволит решить проблему создания гибкого плана программы, позволяющего заранее рассматривать варианты преодоления возникающих в ходе реализации программы изменений и оперативно переставать планы. Также система поможет открывать менеджерам внутренние резервы программы, позволит рассматривать программу как систему взаимосвязанных элементов, сохраняя требуемый уровень детализации.

Для адаптации программы под изменения внешней и внутренней сред и возможности выбора между множеством вариантов выполнения отдельных проектов и программы в целом будут применены генетический алгоритм и специально разработанные программные опционы.

Система двухуровневого планирования программы

Сформируем основные характеристики системного подхода к планированию программы. С одной

стороны, это двухуровневость как анализ в системе верхнего стратегического программного уровня и нижнего проектного детального, следующая из требований менеджеров к инструментам планирования программы [3]. С другой стороны, гибкость. В данной работе гибкость в отношении программ — это возможность адаптации программы к изменениям внешней и внутренней сред: например, замены работ, растягивание / сжатие сроков проектов, откладывание проекта, альтернативные проекты. Также гибкость — внутреннее свойство программы. Для одного расписания программы — менее гибкого — даже незначительные изменения факторов внешней или внутренней сред повлекут за собой отставание по срокам, бюджету, привлечение большого числа дополнительных ресурсов. С другой стороны, более гибкое расписание той же программы может иметь определенный запас прочности — т.е. заранее предполагать, что могут возникнуть некоторые рискованные ситуации, которые окажут непосредственное влияние на сроки, бюджет, но за счет гибкости расписание будет иметь предусмотренные способы реагирования на возникающие отклонения.

При более глубоком анализе было предложено такие изменения программы, как замены работ, растягивание и сжатие сроков выразить в терминах опционов — был введен новый термин «программный опцион» [2].

Программный опцион — это заранее разработанный, измеренный и ограниченный критериями применения способ борьбы с возникающими изменениями в ходе программы. Данный термин объединяет и систематизирует до этого разрозненные подходы менеджеров к улаживанию проблем, возникших из-за неопределенности и влияния факторов внешней и внутренней сред. За счет аналогии с финансовыми опционами предполагается, что программный опцион необходимо измерять с точки зрения затрат на его разработку и внедрение, а также оценивать необходимость применения разработанного опциона по выявленным критериям.

В основе технической реализации предлагаемой двухуровневой системы планирования программы лежит генетический алгоритм. Преимущества генетического алгоритма перед другими методами составления расписания заключаются в способности обработки большого количества информации за допустимое время в поисках околооптимального с точки зрения достижения целей решения [4].

Рассмотрим более подробно принцип работы двухуровневой системы планирования на основе генетических алгоритмов.

Рисунок 1 отображает пример построения системы, разделенной на два уровня. В качестве элементарных единиц верхнего уровня выбраны проекты, нижнего уровня — работы. Тонкие стрелки описывают взаимосвязи между проектами и работами. Для упрощения связи выбраны прямые последовательные. Объемные стрелки описывают потоки информации между уровнями. Выключатели *On/Off* — программные опции. На нижний уровень спроецирован для упрощения только один проект — изображены четыре варианта его исполнения. Для удобства менеджеров в качестве представления верхнего и нижнего уровней выбран привычный менеджером сетевой план-график. Таким образом, система интегрирует в едином инструменте дорожные карты, *GERT* и сетевой план-график.

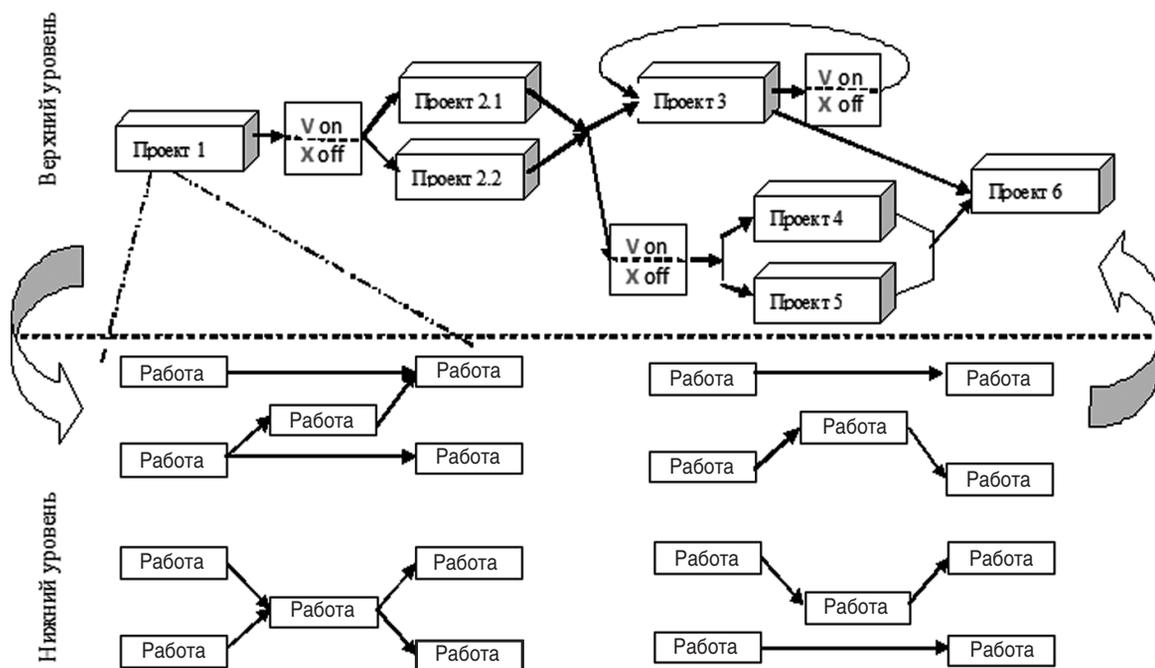


Рис. 1. Пример построения системы планирования программы

Формирование верхнего стратегического уровня программы

Верхний уровень системы планирования программы изображен на рис. 2. Система представляет собой набор последовательных действий, которые должна произвести команда программы.

Для формирования верхнего уровня планирования программы необходимо решить следующие задачи:

- 1) определение целей и выгод программы. Выражение целей и выгод математически. Формирование выгод как критериев выполнения программы; На стратегическом уровне необходимо понять, что именно нужно получить в ходе реализации программы, почему именно таким образом, то есть обрисовать общее направление развития программы.
- 2) формирование составных блоков верхнего уровня;

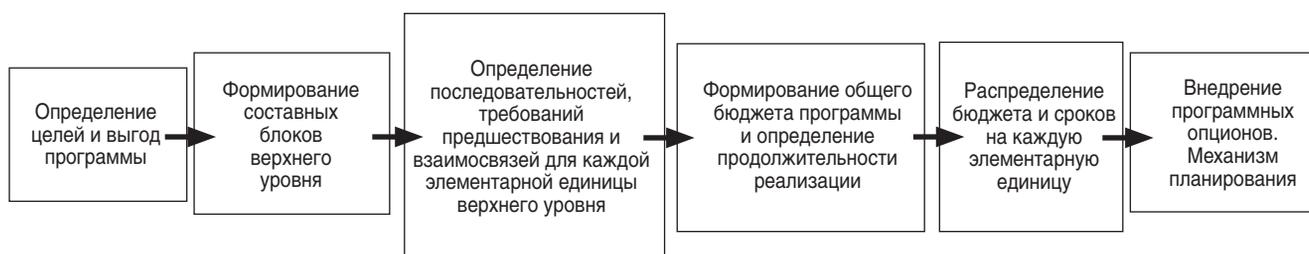


Рис. 2. Верхний уровень системы планирования программы

В рамках программы элементарными единицами, из которых будет состоять расписание верхнего уровня, могут выступать: отдельные пакеты работ проектов, проекты, транши, между которыми прописаны взаимосвязи, а также определены поставки каждого элемента. Степень детализации верхнего уровня должна подразумевать удобное его раскрытие до нижнего уровня планирования программ. С целью удобства отслеживания хода выполнения программы проектов на верхнем уровне с учетом альтернативных проектов и программных опционов должно быть от 10 до 30;

- 3) определение последовательностей, требований предшествования и взаимосвязей для каждой элементарной единицы верхнего уровня;
- 4) формирование общего бюджета программы и определение продолжительности реализации. Бюджет и сроки записываются в ограничения системы как невозобновляемые ресурсы;
- 5) распределение бюджета и сроков на каждую элементарную единицу;
- 6) внедрение программных опционов. Механизм планирования.

Команда программы методом мозгового штурма определяет проблемы, которые могут возникнуть в ходе реализации программы, и выбирает программные опционы для борьбы с ними. На рис. 1 программа состоит из 6 проектов, для нее предложены 3 программных опциона. Первый из них предполагает выбор из двух альтернатив выполнения проекта 2 на основании результатов проекта 1. Второй опцион подразумевает повторный запуск проекта 3 при недостижении требуемых результатов (например, не была получена технология). Третий опцион позволит расположить проекты 4 и 5 последовательно в случае необходимости.

Выполнив перечисленные выше задачи, менеджер сформирует верхний стратегический уровень программы.

Формирование нижнего детального уровня программы

На основе полученного расписания верхнего уровня программы необходимо выбрать способы выполнения ее отдельных проектов. Для решения данной задачи мы рекомендуем использовать генетический алгоритм как метод, позволяющий приближенно решать сложную комбинаторную задачу, рассматривать работу в ее комплексности (продолжительность,

взаимосвязи, ресурсные требования) и достигать нескольких целей проекта одновременно.

Для работы генетического алгоритма важным этапом является сбор первоначальной информации об элементах проекта, который представлен в пунктах 1–6 ниже, на основе которой формируются способы выполнения проектов.

1. Декомпозиция спущенных с верхнего уровня целей на каждый из проектов, математическое их выражение. Преимуществом генетических алгоритмов является тот факт, что целевая функция может быть многофакторной, а значит, учитывать одновременно несколько целей проекта. На практике менеджеры вынуждены искать баланс целей проекта, таких как, например, минимизация продолжительности, максимизация *NPV* и минимизация затрат. Хотя бывают ситуации, когда единственная цель является приоритетной.
2. Определение состава работ каждого проекта.
3. Определение взаимосвязей, требований предшествования и взаимозависимостей работ внутри проектов.
4. Определение затрат ресурсов на проект в целом — невозобновляемые ресурсы проекта и одновременно ограничения, спущенные с верхнего уровня.
5. Определение продолжительности каждой работы и распределение на нее бюджета проекта и возобновляемых ресурсов.
6. При необходимости для работы разрабатываются режимы ее выполнения (например, работу можно выполнить за три дня четырьмя рабочими или за 6 дней двумя рабочими). Режимы сохраняются.
7. К полученному представлению каждого отдельного проекта поэтапно применяется генетический алгоритм.

Этап 1. Формирование начальной популяции — набора вариантов исполнения проектов (индивидов), представляющей собой допустимые расписания.

Расписание — это последовательно расположенные работы проекта на основе их взаимосвязей и продолжительности, с распределенными на них возобновляемыми и невозобновляемыми ресурсами. Допустимое расписание — удовлетворяющее требованиям предшествования и ограничениям по ресурсам. Сформировать допустимое расписание означает определить дату старта каждой работы проекта. Эвристические методы помогают формировать начальную популяцию.

Этап 2. Скрещивание индивидов с помощью двухточечного оператора скрещивания и формирование новой популяции.

Этап 3. Применение оператора мутации.

Этап 4. Осуществление отбора наилучших решений на основании показателя функции приспособленности, которая учитывает одновременно совокупность целей проекта.

Этап 5. Оценка полученных расписаний и повторная итерация этапов генетических алгоритмов или останов.

Таким образом, для каждого проекта получаем пул околооптимальных решений, из которых менеджер сможет на основе субъективных оценок выбрать пул наилучших.

Сохранение вариантов исполнения проекта, полученных с помощью генетических алгоритмов для передачи их на верхний уровень программы.

Генетический алгоритм на нижнем уровне создает альтернативы выполнения проекта в целом, которые позднее послужат входной информацией для работы генетического алгоритма на верхнем уровне.

Внедрение результатов формирования нижнего уровня в верхний и формирование итогового плана реализации программы

Полученные на нижнем уровне с помощью генетических алгоритмов альтернативы выполнения проектов передаются на верхний уровень. Данные альтернативы характеризуются обновленными стоимостью, сроками выполнения и ресурсными требованиями. Различная их комбинация, аккумулярованная с ограничениями верхнего уровня и программными опционами, позволит создать планы программы с различными характеристиками, из которых менеджер сможет выбрать наиболее подходящее.

Таким образом, к представлению верхнего уровня, дополненного альтернативами проектов нижнего уровня, необходимо применить генетический алгоритм.

Каждое расписание из пула предложенных генетическим алгоритмом будет определять уникальный стратегический план выполнения программы. Сохраненные (но не использующиеся в выбранном расписании) альтернативы проектов, а также программные опционы, будут обеспечивать гибкость расписанию. В случае возникновения изменений во внешней или внутренней среде можно будет применить разработанный опцион или переключиться

на альтернативный сохраненный план выполнения проекта.

Таким образом, двухуровневая система планирования предполагает:

- открытое разделение планирования на два уровня при сохранении системы их взаимодействия;
- использование сетевого плана-графика как основы представления каждого из уровней;
- добавление программных опционов как инструмента создания гибкости и борьбы с влиянием факторов неопределенности;
- наглядную декомпозицию целей программы до уровня проектов;
- хранение информации о каждом элементе программы — от отдельной работы до проекта и программы в целом в одном доступном пользователям месте с возможностью постоянного обновления;
- разработку как на верхнем уровне, так и на нижнем множества вариантов исполнения отдельных проектов и программы с учетом ограниченности ресурсов и достижения целей и бенефитов;
- создание околооптимального пула вариантов планов программы, позволяющего выбирать наилучшие для достижения бенефитов и целей с точки зрения менеджера.

Система планирования позволит при необходимости внесения изменений в отдельную работу, проект, при добавлении работ и проектов перестроить выбранный план буквально нажатием клавиши. Таким образом получится избежать проблемы, которая возникла при использовании *PERT* — внесение информации при изменениях и перестроение расписания занимало больше времени, чем внедрение самого изменения.

Применение разработанной системы планирования к программе модернизации нефтегазового месторождения

В данной работе рассмотрим программу модернизации нефтегазового месторождения. По плану продолжительность программы составляла 4 года. Только крупных компаний-игроков было 4, подрядчиков и контрагентов — несколько десятков. Число крупных блоков, на которые была разделена программа на верхнем уровне для отслеживания общего хода — шесть пакетов проектов, сгруппированных по смысловому принципу (рис. 3). На детализированном уровне планирования число работ достигало нескольких тысяч. Программным обеспечением для планирования являлся *MS Project*.



Рис. 3. Верхний уровень планирования программы разработки нефтегазового месторождения

Модернизация нефтегазового месторождения заключалась в шести основных пакетах проектов, представляющих собой или возведение новых установок и сооружений или модернизацию или демонтаж существующих. Предварительно формировалась команда профессионалов и проводились работы по планировке площади месторождения, дополнительным исследованиям и необходимым измерениям. Шесть основных пакетов проектов планировалось выполнять параллельно. Каждый из пакетов состоял из 4–13 проектов отдельных зданий и сооружений (пример для пакета проектов «Новые установки» — в табл. 1). Работу над каждым из пакетов было решено разделить на 6 фаз: проектирование, закупка материально-технического оборудования, поставка и транспортировка, строительство, предпусконаладочные работы, пусконаладочные работы. Причем одинаковые фазы разных пакетов проектов также предполагалось выполнять параллельно.

Таблица 1

Пример для пакета проектов «Новые установки»

Пакет проектов	Проекты
Новые установки	Газотурбинные установки выработки электроэнергии
	Комплектная установка обработки газа (установки аминоочистки и Клаус-процесса)
	Газокомпрессорная установка среднего давления
	Система хранения жидкой серы
	Установка грануляции серы
	Факельная система сверхнизкого давления

Окончание табл. 1

Пакет проектов	Проекты
	Узел учета газа
	Резервуары хранения нефти (кондиционная и некондиционная нефть)
	Система очистки технической и дождевой воды

Описанная выше программа модернизации нефтегазового месторождения должна была быть реализована за 4 года. Однако уже на фазе проектирования сооружений и установок возникли отклонения от графика. Большое число участников программы требовало общей системы хранения всей информации, к которой можно было бы обратиться в случае необходимости внедрения изменений. Однако применявшийся на практике *MS Project* не позволил использовать его при возникновении изменений, так как перестроение всего графика требовало времени, за которое успевали происходить новые изменения. К тому же система учета ресурсов, реализованная в *MS Project*, также требовала постоянного ручного редактирования. В итоге стали появляться самостоятельные отрывки расписаний для отдельных работ, в том числе в *Excel*. Аккумуляция всех данных стало занимать еще больше времени, поэтому в итоге полное расписание, по которому можно было бы отслеживать ход программы, перестало существовать.

Рассматриваемая программа за счет своей продолжительности и большого числа участников из разных стран, а также большого числа проектов и мероприятий во время всего хода реализации, требовала постоянного реагирования на изменения и возникающие отклонения. Однако на практике попытки уложиться в график реализовывались за счет увеличения бюджета и сроков, но никогда за счет внутренних резервов.

В итоге продолжительность программы выросла еще на три года и заняла 7 лет, бюджет был перерасходован в два раза. Таким образом, основополагающей причиной данных отклонений стало отсутствие системы планирования.

Рассмотрим применение двухуровневой системы планирования на основе генетических алгоритмов к программе модернизации нефтегазового месторождения.

Внедрение предлагаемой системы планирования требует детального сбора первоначальной информации обо всех элементах программы, т.е. информации, которая аккумуляровалась для первоначаль-

ного построения плана-графика в *MS Project*, а именно: состав проектов, состав работ внутри проектов, продолжительности, стоимости, затраты ресурсов, произведена декомпозиция целей.

Удобство системы заключается в отсутствии необходимости ручного перестроения расписания при необходимости внесения изменений. После того как сформированы крупные блоки программы (см. рис. 3), необходимо добавить в систему гибкости уже на верхнем уровне. С помощью мозгового штурма определяются этапы программы, где возможны проблемы. Для каждого из таких этапов рассматривается применение программных опционов — будь то альтернативные проекты, изменение последовательности выполнения проектов, повторное выполнение проекта, изменение порядка выполнения с последовательного на параллельный.

Например, при проектировании были созданы технологические листы данных с описанием требуемого оборудования и его характеристик, необходимых для строительства. Группа потенциальных поставщиков анализирует данные технологические листы, сообщает о стоимости и может внести изменения в технические характеристики оборудования. Последнее зачастую ведет к необходимости перепроектирования, а также внесения изменений в технологические листы данных другого оборудования, что может привести к задержкам этапа проектирования и сдвигам всех последующих этапов. При внедрении опциона на повторное проектирование используются дополнительные время и ресурсы, однако освобождаются ресурсы строителей, которые можно переключить на параллельный проект. Таким образом, внедрение программного опциона 1 на повторную реализацию проекта позволяет оставаться в рамках сроков и бюджета при реализации программы в целом.

При задержке поставок оборудования можно ввести программный опцион 2 на замену порядка

выполнения работ и направить освободившийся ресурс строителей на тот проект, где нет проблем с поставкой оборудования.

Для нового оборудования можно ввести опцион 3 с разработкой параллельно двух вариантов проектирования в зависимости от стоимости и одобренных потенциальными поставщиками техническими данными или рассматривать как опцион выбор между альтернативами — разработкой самостоятельно и с привлечением дополнительных источников, а также совмещение данных альтернатив (рис. 4).

Возможными точками внедрения опционов можно рассматривать следующие ситуации.

Внутри пакетов проекты связаны ресурсными ограничениями, но отношения предшествования нестрогие. Поэтому важно проанализировать, какие проекты могут выполняться параллельно, а также проекты, которые можно поменять местами в последовательности при необходимости. Например, для одного из проектов пакета оборудование прибыло в неправильной комплектации и требует доработок, при этом для второго проекта оборудование закуплено заранее. Чтобы не возникало простоев, можно команду с одного проекта переключить на другой.

Или при задержке в получении от органов Российской Федерации разрешения на проведение пусконаладочных работ можно замедлить работы по одному из проектов, переключив часть команды строителей на второй проект, чтобы время ожидания не сказывалось на общем ходе программы. Таким образом, в верхний план программы внедряются опционы на выбор альтернатив, растягивание (сжатие) проектов по срокам.

Каждый из опционов будет характеризоваться своей стоимостью. Так, для опциона по выбору альтернатив стоимость при выборе второго проекта вместо первого будет состоять в цене команды и оборудования. Возможно, придется заплатить за

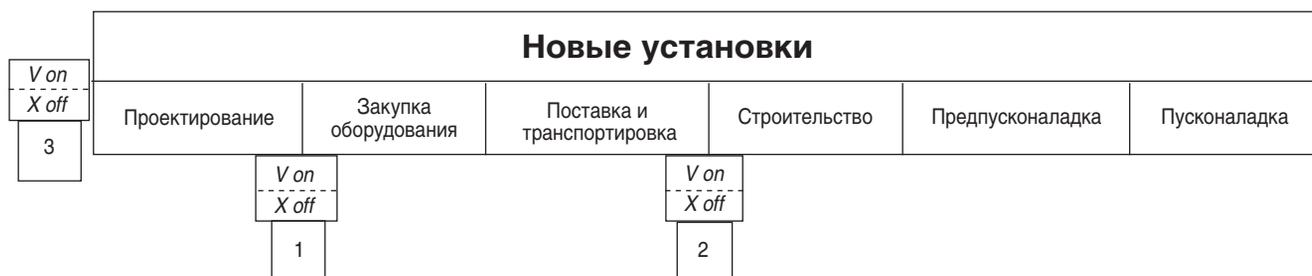


Рис. 4. Отрывок расписания верхнего уровня программы с раскрытыми фазами и внедренными опционами

более быструю доставку или двойную доставку, а также заплатить за процесс возврата и подгонки оборудования. Также могут понадобиться дополнительные рабочие. И конечно, опцион будет иметь смысл только в том случае, если его использование приведет к своевременному и в рамках бюджета выполнению программы.

Таким образом, опционы добавляют гибкости уже на верхнем уровне планирования программы за счет предположения ситуаций возникновения проблем и выходов из них. Отставания от графика из-за ошибок проектирования, поздних поставок оборудования, таким образом, не аккумулируются как пул проблем, сдвигающих дату реализации программы, а рассматриваются как возможности высвобождения ресурсов и ускорения выполнения, запараллеливания работ. Естественно, что для каждого опциона необходимы критерии его применения: например, определить число дней опоздания поставки оборудования, при котором имеет смысл переводить команду строителей на параллельный проект.

После того как составлено представление верхнего уровня рассматриваемой программы предложенным образом, выделены элементарные единицы, определены их взаимосвязи, проработаны варианты параллельного выполнения проектов, альтернативных проектов, сжатия / растягивания проектов, и у менеджеров есть вариант стратегического плана выполнения программы, отвечающего ограничениям и позволяющего достичь целей и реализовать бенефиты, необходимо углубиться в детали и спуститься на второй уровень планирования программы.

С верхнего уровня на нижний в предлагаемой системе будут опускаться бюджет, продолжительность, цели, выгоды каждого проекта, их взаимосвязи. Затем необходимо определить для каждой работы каждого проекта режимы исполнения, продолжительность, число требуемых возобновляемых и невозобновляемых ресурсов, взаимосвязи.

Рассмотрим более подробно в пакете проектов «Вновь устанавливаемое оборудование» проект «Газотурбинные установки выработки электроэнергии». С верхнего уровня были определены цели данного проекта, выгоды, которые необходимо получить, а также сроки и бюджет.

Необходимо составить основные характеристики каждой работы данного проекта для того, чтобы можно было оценить варианты его исполнения с помощью генетических алгоритмов, таких как:

- число работ и взаимосвязи между ними;
- число требуемых человеческих ресурсов: менеджер проекта, проектировщики, электрики, строители, механики, менеджеры по расположению труб и планировке, менеджеры по пусконаладке. Оценить требуемое количество и затраты на их содержание (заработанная плата, обмундирование, перелеты, питание, проживание);
- время и стоимость закупки оборудования (силовая турбина, электрический генератор, газоздушный тракт, системы управления, пусковые устройства, компрессоры и т.д.);
- стоимость и время доставки оборудования.

Всю полученную информацию занести в систему и применить к проекту генетический алгоритм. Таким образом, менеджер сможет получить несколько вариантов околооптимального выполнения с разными характеристиками времени, стоимости, числа ресурсов, распределения и занятости ресурсов, последовательности выполнения работ. Это также помогло бы очертить вероятные отклонения по каждому из проектов и выбрать наиболее оптимальный вариант их исполнения. И уже в таком обобщенном виде с сохранением вариантов исполнения проект будет передаваться на верхний уровень планирования программы.

Практические преимущества использования двухуровневой системы планирования

Применение на практике предложенной системы планирования позволило бы решить многочисленные проблемы, связанные с управлением большим количеством информации, оптимизированием расписания программы, а также внесением изменений.

Предлагаемая система позволила бы иметь перед собой каждому заинтересованному лицу действующее, обновляемое расписание, в котором бы содержалась вся актуальная информация по каждой работе программы, что позволило бы избежать создания отрывков расписания программы, разбросанных по отдельным программным обеспечениям, доступ к которым есть лишь у ряда пользователей. Доступной становится детализация вплоть до отдельной работы, при этом для генетических алгоритмов большое число элементов системы не вызывает проблем с продолжительностью расчетов. За счет проработанности расписания и опционов заранее предусматриваются пути разрешения возникающих

проблем, т.е. расписание становится гибким к изменениям.

Данное расписание отвечало бы требованиям и целям реализуемой программы. При этом автоматически рассчитывались оптимальные варианты выполнения программы: где лучше выполнять проекты параллельно, где можно сэкономить за счет последовательного выполнения, куда перенести ресурсы при принятии того или иного изменения.

Отсутствие двухуровневой системы создавало проблемы ресурсного планирования. При возникновении изменений внутренние ресурсы не использовались, однако постоянно нанимались дополнительные компании, которые помогали решать проблемы, выполнять часть работ по сокращению отставаний. Это сложно не только финансово (рост стоимости), но также на уровне введения нового участника в систему отношений.

Не прорабатывались варианты и альтернативы даже для крупных блоков программы. Например, изначально планировалось, что каждый из проектов внутри пакетов начинается одновременно и параллельно с другими. Однако на практике вышло, что внутри пакетов проекты также могли исполняться и последовательно, внутри проектов начало работ могло меняться местами в связи с возникающими изменениями. А параллельное выполнение всех проектов внутри пакетов оказалось невозможным.

Или изначально предполагали, что выполнение проектирования отдельных блоков, таких как трубопроводы, электрика и др. будет выполняться последовательно. Однако из-за проблем утверждения проектной документации и недостатка ресурсов происходили сдвиги разработки документации. Для одних зданий были готовы чертежи только стен, для других только расположение труб, где-то сложности возникли из-за проблем с поставками или даже выбором оборудования. Не рассматривались параллельное выполнение проектов, растягивание / сжа-

тие отдельных проектов и работ для того, чтобы к процессу строительства были готовы все необходимые документы для отдельных зданий. В итоге это приводило к простоям программы, привлечению дополнительных сотрудников, простаиванию оборудования, сдвигу сроков и росту расходов.

Проведение тендеров также привнесло сложности в реализацию программы. Не всегда после ответов поставщиков на тендер нужное количество требуемого оборудования могло быть предоставлено: приходилось откладывать определенные проекты в связи с задержками поставок. Отсутствие системы, объединяющей в себе всю информацию о программе, не позволило использовать варианты перестроения расписаний.

Поэтому необходимо вести информацию о программе в одном доступном для всех пользователей месте. Тогда при возникновении каких-либо изменений можно с помощью разработанных заранее опционов, а также оптимизации с помощью генетических алгоритмов, переходить на соседние расписания с минимальными или рассчитанными заранее издержками.

Таким образом, использование предложенной системы планирования программы позволяет нивелировать такие рискованные ситуации, как:

- проблемы с трудовой нагрузкой персонала;
- отсутствие определенных объемов работ;
- проблемы с логистикой;
- отсутствие детализации в существующем графике;
- постоянные изменения в графике и плане ресурсов;
- недостаток данных от поставщиков;
- постоянные изменения / дополнения, поступающие от заказчика;
- конфликты внутри проектной группы и руководства заказчика при согласовании отступлений;
- отсутствие приоритизации и поэтапности работ по плану.

Литература

1. *Макеева О.Ю.* Ключевые особенности реализации и планирования программы [Текст] / О.Ю. Макеева // *Российский журнал управления проектами.* — 2014. — № 3. — С. 35–45.
2. *Макеева О.Ю.* Опционы как средство достижения гибкости при планировании программы [Текст] / О.Ю. Макеева // *Проблемы теории и практики управления.* — 2016. — № 2. — С. 119–125.
3. *Макеева О.Ю.* Разработка системного подхода к планированию программ [Текст] / О.Ю. Макеева // *Проблемы теории и практики управления.* — 2015. — № 5. — С. 135–141.
4. *Макеева О.Ю.* Системный подход к управлению эффективностью проекта на основе генетических алгоритмов [Текст] / О.Ю. Макеева, И.Н. Царьков // *Российский журнал управления проектами.* — 2012. — № 1. — С. 14–30.

5. A Guidebook of Project and Program Management for Enterprise Innovation. Volume 1&2. Project Management Association of Japan.
6. Ferns D.C. Developments in programme management // International Journal of Project Management. 1991. V. 9. № 3. P. 148–156.
7. Forrest S. Genetic algorithms: Principles of natural selection applied to computation // Science. 1993. № 261. P. 872–878.
8. Byrne J.J. Polaris: lessons in risk management. Multi-Media Publications Inc., Oshawa, Ontario: 2011. P. 216.
9. Gareis R. Management of the Project-Oriented Company. In The Wiley Guide to Managing Projects, Eds. Peter W.G. Morris & Jeffrey K. Pinto, Hoboken, NJ; John Wiley & Sons. Chapter 6, 2004, pp. 123–143,
10. Hartmann S. Project scheduling with multiple modes: a genetic algorithm, Annals of Operations Research 102: 2001, P. 111–135.
11. McCawley P.F. The logic model for program planning and evaluation. University of Idaho Extension. 1997, pp. 1–5.
12. Mori M., Tseng C.C. A genetic algorithm for the multi-mode resource-constrained project scheduling problem // European Journal of Operational Research. 1997. № 100. P. 134–141.
13. The Standard for Program Management. Second Edition, Project Management Institute. P. 324.
3. Makeeva O.Y. Razrabotka sistemnogo podkhoda k planirovaniyu programmy. [Development of system approach to program planning]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Management theory and practice problems]. 2015, I. 5, pp. 135–141.
4. Makeeva O.Y., Tsarkov I.N. Sistemny podkhod k upravleniyu effektivnostyu proekta na osnove geneticheskikh algoritmov [System approach to project effectiveness management based on genetic algorithms]. *Rossiysky zurnal upravleniya proektami* [Russian journal of project management]. 2012, I. 1, pp. 14–30.
5. A Guidebook of Project and Program Management for Enterprise Innovation. Volume 1&2. Project Management Association of Japan.
6. Ferns D.C. Developments in programme management. International Journal of Project Management. 1991. V. 9. № 3. P. 148–156.
7. Forrest S. Genetic algorithms: Principles of natural selection applied to computation. Science. 1993. № 261. P. 872–878.
8. Byrne J.J. Polaris: lessons in risk management. Multi-Media Publications Inc., Oshawa, Ontario: 2011. P. 216.
9. Gareis R. Management of the Project-Oriented Company. In The Wiley Guide to Managing Projects, Eds Peter W G Morris & Jeffrey K Pinto, Hoboken, NJ; John Wiley & Sons. Chapter 6, pp 123–143, 2004.
10. Hartmann S. Project scheduling with multiple modes: a genetic algorithm, Annals of Operations Research 102: 111–135, 2001.
11. McCawley P.F. The logic model for program planning and evaluation. University of Idaho Extension. P.:1-5, 1997.
12. Mori M., Tseng C.C. A genetic algorithm for the multi-mode resource-constrained project scheduling problem. European Journal of Operational Research. 1997. № 100. P. 134–141.
13. The Standard for Program Management. Second Edition, Project Management Institute. P.: 324.

References

1. Makeeva O.Y. Kluchevye osobennosti realizatsii I planirovaniya programmy [Key points in program planning and realization]. *Rossiysky zurnal upravleniya proektami* [Russian journal of project management]. 2014, I. 3, pp. 35–45.
2. Makeeva O.Y. Optsiony kak sredstvo dostizheniya gybkosti pri planirovanii programmy [Options as a method of program planning flexibility achievement]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya* [Management theory and practice problems]. 2016, I. 2, pp. 119–125.