



УДК 622.691.4

УЧЕТ ВЕРОЯТНОСТНОГО ФАКТОРА ИНТЕНСИВНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ СИСТЕМ ТРУБОПРОВОДНОГО ТРАНСПОРТА

CONSIDERATION OF PROBABILISTIC FACTOR OF PRODUCTION PROCESS IMPLEMENTATION DURING CONSTRUCTION AND REPAIR OF HYDROCARBON PIPELINE TRANSPORTATION SYSTEMS

Басов Евгений Дмитриевич

доктор технических наук,
Северо-Кавказский федеральный университет
Basov.ed@yandex.ru

Хандзель Александр Владиславович

кандидат технических наук,
доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений Института нефти и газа,
Северо-Кавказский федеральный университет
RANGM26@yandex.ru

Верисокин Александр Евгеньевич

старший преподаватель кафедры разработки
и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений
Института нефти и газа,
Северо-Кавказский федеральный университет
RANGM26@yandex.ru

Гунькина Татьяна Александровна

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений Института нефти и газа,
Северо-Кавказский федеральный университет
RANGM26@yandex.ru

Аннотация. Разработка и принятие организационно-технологических и управляющих решений по управлению проектами строительства (ремонта) систем трубопроводного транспорта углеводородов, как правило, происходит в условиях высокой степени неопределённости возможности их реализации, определяемой как вероятностным характером строительного процесса, так и неоднозначностью целей, критериев и альтернатив действий. Это обуславливает необходимость использования многовариантности организационно-технологических и управляющих решений. Авторами представлены и исследованы факторы, определяющие конкретную систему принятия организационных, технологических и управляющих решений по строительству (ремонту) систем трубопроводного транспорта углеводородов, а также приведены её основные аспекты. Разработка альтернативных решений в составе многовариантных проектов производства работ строительства и ремонта систем трубопроводного транспорта существенно повышает организационно-технологическую надёжность трубопроводного строительства.

Ключевые слова: трубопроводный транспорт, организационно-технологические и управляющие решения, многовариантность, организационно-технологическая надёжность, управление

Basov Yevgeny Dmitrievich

Doctor of Technical Sciences,
North-Caucasus Federal University
Basov.ed@yandex.ru

Handzel Alexander Vladislavovich

Candidate of Technical Sciences, Docent,
Associate Professor of the Department
of Development and Operation of Oil
and Gas Fields of Oil and Gas Institute,
North-Caucasus Federal University
RANGM26@yandex.ru

Veresokin Alexander Evgenievich

Senior Lecturer of the Department
of Development and Operation of Oil
and Gas Fields of Oil and Gas Institute,
North-Caucasus Federal University
RANGM26@yandex.ru

Gunkina Tatiana Aleksandrovna

Candidate of Technical Sciences, Docent,
Head of the Department of Development
and Operation of Oil and Gas Fields of Oil
and Gas Institute,
North-Caucasus Federal University
RANGM26@yandex.ru

Annotation. The development and making organizational, technological and management decisions on project management of construction (repair) of pipeline transportation systems of hydrocarbons usually takes place in condition of high uncertainty. It is difficult to identify the possibility of implementation of some decisions, which is determined both by the probabilistic nature of the construction process and by ambiguity of goals, criteria and alternatives of actions. This situation requires the usage of diversity in organizational, technological and control solutions. The authors presented and investigated the factors determining the specific system of making organizational, technological and control decisions on construction (repair) of hydrocarbon pipeline transportation systems. Also, the main aspects of the considered system are given. The development of alternative solutions as a part of diversified projects of construction and repair of pipeline transportation systems significantly increases the organizational and technological reliability of pipeline construction.

Keywords: pipeline transport, organizational-technological and management decisions, diversity, organizational and technological reliability, project management, pipeline,



проектами, трубопровод, интенсивность производства работ, климатические условия, условия строительства, моделирование условий строительства, моделирования технологических схем производства работ, моделирование строительного процесса, проект организации строительства, проект производства работ.

intensity of work performance, climatic conditions, construction conditions, modeling of construction conditions, modeling of technological schemes of work performance, modeling of construction process, project of the construction organization, the project of work performance.

Разработка и особенно принятие организационно-технологических и управляющих решений по управлению проектами строительства (ремонта) систем трубопроводного транспорта углеводородов (СТТУ), как правило, происходит в условиях высокой степени неопределённости возможности их реализации, определяемой как вероятностным характером строительного процесса, так и неоднозначностью целей, критериев и альтернатив действий.

Это с большой очевидностью, как и при разработке военных операций, обуславливает необходимость использования многовариантности организационно-технологических и управляющих решений.

По нашему мнению, договорный срок ввода в эксплуатацию отдельного участка магистрального трубопровода является главным критерием (с учётом требуемого качества строительно-монтажных работ (СМР)) трубопроводного строительства, поэтому срок окончания строительства следует определять как решение, имеющее строго детерминированный характер. Реализация всех последующих организационно-технологических и управляющих решений, очевидно, должны осуществляться по одному (а возможно, последовательно и по нескольким) варианту.

Дерево многовариантных организационно-технологических и управляющих решений представлено на рисунке 1.

| № уровней | Интерпретация вершин дерева | Шифр |
|-----------|---|--------------|
| I. | Срок окончания строительства | T_k |
| II. | Срок начала строительства | T_n |
| III. | Условия строительства | Y |
| IV. | Суммарная продолжительность работы КП | Σt_n |
| V. | Число КП | K |
| VI. | Продолжительность работы отдельного КП | t_n |
| VII. | Границы и направления работы КП | L_n |
| VIII. | Технологические, организационные и управляющие схемы производства СМР | N |
| IX. | Машинооснащение КП и их подразделений | Q |
| X. | Интенсивность КП и (в их составе) потоков отдельных видов СМР | T_Q |
| XI. | Интенсивность потребления ресурсов | R |

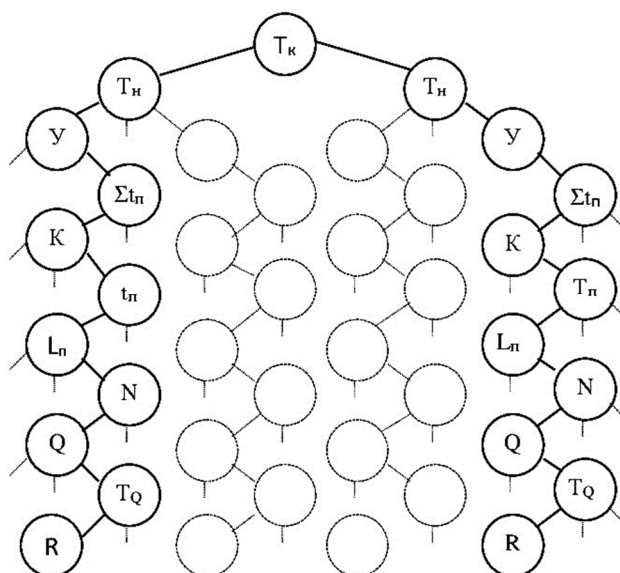


Рисунок 1 – Дерево многовариантных организационно-технологических и управляющих решений

Некоторая неопределенность срока начала строительства (ремонта) участков трубопровода объясняется тем, что этот срок в планах заказчика как бы сам собою подразумевается, исходя из условий конкурентных торгов (тендера), а остальное – «проблемы генподрядчика».

Очевидно, что для каждого временного интервала ($T_n \div T_k$) будет «свой» вариант набора характеристик условий строительства (ремонта) участка трубопровода, в первую очередь, природно-климатических, которые, в конечном итоге, определяют продолжительность осуществления всех комплексных потоков (КП) и всех входящих в них потоков отдельных видов СМР.

Число комплексных потоков в данном случае будет определяться суммарной продолжительностью работы всех их, а также схемами организации этой работы.

Направление хода работ каждого комплексного потока и границы их осуществления могут быть определены продолжительностью осуществления одного из них, поставленного в наиболее сложные условия выполнения работ.

Более того, в рамках даже отдельного комплексного потока отдельные виды СМР также могут выполняться по различным вариантам организационных, технологических и управляющих схем. При этом каждому варианту технологических схем может соответствовать (не обязательно оптимальная) совокуп-



ность вариантов машинооснащения, имеющих также варианты интенсивности производства СМР и, как следствие, варианты потребления материально-технических, рабочих и временных ресурсов.

Следует признать, что в плане организации управления проектами строительства (ремонта) систем трубопроводного транспорта углеводородов разработка многовариантных проектов организации строительства (ПОС) практически бессмысленна: невозможно предусмотреть, а тем более проработать все варианты (или хотя бы их основную часть) в составе технико-экономических обоснований (ТЭО) (технико-экономических расчётов (ТЭР), технико-экономической документации (ТЭД)).

Авторами настоящего исследования в решении данной части проблемы представляется необходимым учитывать факторы, определяющие рабочую, скорее всего, конкретную систему принятия организационных, технологических и управляющих решений. Факторы авторами определены следующим образом:

а) большинство решений может приниматься (и принимается) в ситуациях, ранее практически не встречавшихся, поскольку полное совпадение ситуаций в линейном трубопроводном строительстве событие практически невозможное, а тем более маловероятное;

б) принятие организационных, технологических и управляющих решений ограничено временными рамками (сроки оформления документов на участие в тендере, подготовка строительного производства);

в) выбор вариантов производства СМР происходит, как правило, в условиях высокой степени неопределенности возможности их реализации, связанной как со случайным характером строительного процесса, так и с неоднозначностью целей, критериев, альтернатив действий;

г) совершенно неудовлетворительно используются научные достижения в области экспертных систем в проектировании и управлении строительством.

В этом плане современная схема организации функционирования управления строительства (ремонта) систем трубопроводного транспорта углеводородов вписывается в рамки ранее существовавшей, но с учётом именно управления проектами.

Из традиционной схемы логически выпадают:

- аппарат планирования;
- годовое (или иное другое) планирование;
- проект организации работ (ПОР), разрабатываемый на строительство всех объектов, находящихся на генподряде;
- подсистема оперативного производственного планирования заменяется многовариантными ППР;
- административное управление процессом организации управления строительством (ремонта) трубопровода.

Определение и исследование факторов, определяющих разработку ПОС в составе ТЭО (ТЭР, ТЭД) показало следующее.

Во-первых, основой необходимости использования многовариантности ППР (а прежде – разработки ПОС) является неуправляемый фактор – природно-климатические условия строительства, точнее, изменение этих условий как по протяженности трассы трубопровода, так и во времени.

Во-вторых, изменение характеристик любого фактора, как количественных, так и качественных, оказывает неизбежное и четко выражаемое влияние на остальные факторы.

Здесь представляется возможным ограничиться всего лишь одним примером.

Предположим, что по ходу строительства (ремонта) участка трубопровода ресурсообеспечение его ухудшается, например, вследствие санкционных мер, что в современных условиях глобализации мировой экономики весьма актуально. Тогда:

- снизится суммарная интенсивность производства работ;
- в связи с падением суммарной интенсивности производства работ возможно «неиспользование» благоприятных, например, климатических условий и вообще сезонных, грунтовых (без обводнения и промерзания) условий;
- изменяются возможности соблюдения экологических требований в части производства отдельных видов СМР и т.д.

Разработка нескольких вариантов ПОС не только нецелесообразна (нет детализации характеристик факторов, доведенной до уровня рабочих чертежей), но и практически невозможна, исходя из положения «ППР = ПОС + рабочие чертежи».

Учитывая то обстоятельство, что организация управления проектами строительства (ремонта) систем трубопроводного транспорта углеводородов требует научного анализа и обоснования принимаемых организационных, технологических и управляющих решений, возникает необходимость разработки математического обеспечения принятия этих решений, в основу которого, по мнению авторов, должен быть положен всесторонний и полный учёт воздействия стохастических (случайных, вероятностных) и детерминированных (вполне определенных) факторов.



Очевидно, что математическое обеспечение принятия указанных решений в условиях неопределенности возможности их реализации должно отвечать соответствующим требованиям.

Во-первых, формализованные математические модели процесса функционирования комплексных потоков должны адекватно отражать все его существенные свойства и специфику, обеспечивать высокую оперативность принятия решений, быть простыми и удобными в части оперирования ими, обеспечивать наглядность и информативность выходных результатов.

Во-вторых, аппарат математического обеспечения должен позволять формировать возможные варианты реализации производственного процесса. При большом числе вариантов и неопределенности возможности их реализации традиционная задача поиска оптимального решения (например, оптимального машинооснащения комплексного потока) является бесперспективной. В этих условиях задачу следует формулировать в несколько ином плане: «На основе количественной и качественной оценки вероятности реализации каждого варианта необходимо выбрать такой их уровень, число вариантов на котором не превышало бы некоторого конечного значения, причем каждый вариант был бы оптимизирован применительно к вполне определенным условиям строительства».

Здесь следует обратить внимание на следующее обстоятельство. Любая модель производственной системы является замкнутой, в то время как сама система является открытой, поскольку зависит от неформализуемых факторов, т.е. функционирует во взаимодействии с внешней средой. Единственным способом разрешения этого противоречия является включение в систему, а следовательно, и в модель производственной системы, человека, принимающего решения, в процессе выбора вариантов организационных, технологических и управляющих решений.

В этой связи в основу разработки системы организации принятия многовариантных решений по управлению проектами строительства (ремонта) систем трубопроводного транспорта углеводородов в условиях неопределенности возможности их реализации должны быть положены методики, построенные на основе человеко-машинного процесса. При этом основным аспектом должна являться автоматизация процесса выработки решений в сочетании со стандартизацией этих решений (с учетом решений по охране труда).

В свете этого многовариантные ППР должны содержать в своём составе разделы как с однозначными реализациями, так и решениями неоднозначными, разрабатываемыми соответственно на основе детерминированных исходных данных на весь срок строительства (ремонта) участка трубопровода и на основе как детерминированных, так и стохастических исходных данных.

Разделы вариантов ППР, кроме этого, должны включать также альтернативные и корректируемые решения.

Основные аспекты создания системы принятия многовариантных организационных, технологических и управляющих решений по строительству (ремонту) систем трубопроводного транспорта углеводородов представлены на рисунке 2.

Очевидно, что корректируемые неоднозначные решения должны разрабатываться в виде первоначальных вариантов, уточняемых в ходе строительства, а альтернативные решения разрабатываются в нескольких вариантах, общее число которых должно соответствовать возможным изменениям условий строительства.

В процессе производства работ следует использовать тот вариант, который наиболее полно соответствует фактическим условиям производства СМР. Альтернативные неоднородные решения могут быть индивидуальными, разработанными применительно (и исключительно) к конкретному, даже локальному участку трубопровода, а могут быть типовыми, но обязательно привязанными к конкретным условиям выполнения работ.

Разработка альтернативных решений в составе многовариантных ППР существенно сокращает вероятность того, что ППР на какой-либо стадии строительства станет неработоспособным вследствие скачкообразного изменения условий производства СМР, например, при изменении сезона строительства.

Использование механизма корректировки принимаемых решений позволяет своевременно учитывать постепенно накапливающиеся отклонения от графика выполнения работ, которые возникают, как правило, в результате как внутрисменных, так и целосменных простоев.

Непременным условием эффективного использования многовариантных ППР в трубопроводной практике строительства (ремонта) следует признать наличие действенной системы сбора, передачи и обработки информации о ходе выполнения работ в соответствии с положениями теории управления производством, – информации первичной (сведения о состоянии) и информации вторичной, т.е. командной, являющейся результатом обработки первичной информации.

Последняя, по результатам авторских исследований должна содержать:

- ежедневные данные о ходе производства работ на участке трубопровода в плане выполнения директивного графика по всем отдельным видам СМР с указанием причин отклонения от графика;
- ежедневные данные о запасах материально-технических ресурсов;
- ежедневные данные о состоянии строительных и специальных (отдельно) машин и механизмов в плане графика их движения (техническое обслуживание по номерам, текущий, средний и капитальный ремонт, списание, аварии и проч.).



Рисунок 2 – Основные аспекты создания системы принятия многовариантных организационных, технологических и управляющих решений по строительству (ремонту) систем трубопроводного транспорта углеводородов

Вторичная информация является основой корректировки графика выполнения ремонтно-строительных работ.

Литература:

1. Басов Е.Д. Организация строительства рассредоточенных объектов с малыми объемами работ / Е.Д. Басов, Н.А. Красноштанов // Научный вестник НГГТИ. – 2016. – № 4. – С. 26–29.
2. Басов Е.Д. Поточность, как главная форма организации строительства линейно-протяженных объектов / Е.Д. Басов, И.С. Пузыревский // Научный вестник НГГТИ. – 2016. – № 4. – С. 30–32.

References:

1. Basov E.D. Organizing construction of distributed objects with low scope of work / E.D. Basov, N.A. Krasnoshtanov // Scientific Bulletin of NSHTI. – 2016. – № 4. – P. 26–29.
2. Basov E.D. Threading as the main form of organizing construction of linearly-extended objects / E.D. Basov, I.S. Puzirevski // Scientific Bulletin of NSHTI. – 2016. – № 4. – P. 30–32.