

УДК 65.018.2

УЧЕТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МОРСКОГО ПЕРЕГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА

© 2016 Ю.С. Клочков¹, Л.Р. Соколова¹, В.П. Самохвалов², В.Е. Годлевский²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

² Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Статья поступила в редакцию 15.06.2016

В данной статье на примере проекта по строительству многофункционального морского перегрузочного комплекса, рассмотрены типы неопределенности при управлении. Анализ классификации неопределенностей сделаны на основе работ И. Фишера. Выявлено, что роль субъектов в проектном управлении в значительной степени влияет на риски. Показано, что смена роли субъекта приводит к сокращению рисков и снятию неопределенности по времени выполнения проекта. Предложен инструмент анализа рисков проекта, основанный на матрице рангов и FMEA анализ. Построена матрица рангов риска, в которой указаны вероятности нежелательных последствий. Предложена модель комплексной оценки уровня риска проекта, основанная на анализе вероятности возникновения и уровня воздействия нежелательных событий.

Ключевые слова: стандартизация, риск, FMEA, изменения, проект.

В настоящее время поток контейнерных и накатных грузов на направлении Европа – Россия в регионе Балтийского моря составляет 70% от общего объема перевозок российских грузов данной категории. Из них российские порты обрабатывают только 27% накатных и 69% контейнерных грузов, остальные грузы поступают в Россию через сопредельные государства [1 – 3].

Строительство многофункционального морского перегрузочного комплекса (ММПК) «Бронка» в Ленинградской в составе терминала накатных грузов мощностью 260 тыс. единиц в год, логистического центра для оказания дополнительных услуг, связанных с обработкой грузов на указанных терминалах в объеме 90 тыс. единиц в год и 110 тыс. TEU в год, и контейнерного терминала мощностью 1,9 млн TEU в год области позволит снизить дефицит российских портовых мощностей на Балтике и удовлетворить перспективную потребность региона в обработке накатных и контейнерных грузов.

Проект ММПК «Бронка» находится в условиях высокой неопределенности, из чего следует невозможность прогнозирования результатов строительства. И. Фишер в своей работе рассматривает несколько типов неопределенностей:

- объективная неопределенность (в нашем случае обмеление акватории);

Клочков Юрий Сергеевич, доктор технических наук, профессор, директор Центра мониторинга науки и образования. E-mail: klochkov_yus@spbstu.ru

Соколова Лера Ринатовна, специалист Центра мониторинга науки и образования.

Самохвалов Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении.
Годлевский Виктор Евгеньевич, доктор технических наук, профессор.

- неопределенность, вызванная отсутствием достаточной релевантной информации (гносеологическая неопределенность);

- стратегическая неопределенность, вызванная зависимостью от действий других лиц (партнеров, противников, государства);

- неопределенность, порожденная слабо структурированными проблемами (низкое качество стандартизации);

- неопределенность, вызванная нечеткостью, расплывчатостью как процессов и явлений, так и информацией, их описывающей [4 – 6].

Факторы неопределенности, влияющие на ход строительства: внешние (погодные катаклизмы, взаимодействие с государственными структурами, неисполнение финансовых обязательств банками); внутренние (конфликты в трудовых коллективах, отказ в работе оборудования, и срыв в материально-технического обеспечения).

Существует немало технологий по управлению рисками, но вопросы влияния стандартизации на снижение риска, сокращения неопределенности и снижения сроков выполнения проектов еще не рассматривались. Выполнение процедуры FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) (табл. 1) позволило установить несоответствия, причины на них влияющие и последствия [7 -10].

Но необходим учет влияния проблем друг на друга. Если мы проведем анализ влияния потенциальных несоответствий друг на друга, то выяснится, что «Изменение климата» является ключевой проблемой, определяющей как сроки проекта, так и объемы финансирования. Тогда необходимо изменить модель расчета значения приоритетного числа риска при выполнении FMEA, в которой учесть такое влияние [11 – 15].

Таблица 1. Результаты ГМЕА проекта строительства многофункционального морского перегрузочного комплекса

Потенциальное несоответствие	Последствие потенциального несоответствия	S	Потенциальная причина или механизм несоответствия	O	Действующие меры по предотвращению потенциальных причин	D	SOD	Предпринятые действия				
Задержка сдачи проекта	Штрафные санкции	5	Завышенные неопределенности проекта по временным ресурсам	2	Снижение неопределенности роли	1	10	Участие, заинтересованность государства в проекте				
	Ухудшение международных отношений	10							Привлечение ученых	3	60	Обмен опытом с зарубежными научными сообществами
	Снижение рейтинга РФ	10										
Изменение климата (погодные катаклизмы)	Вымирание обитателей водной среды	7	Обмеление Финского залива	5	Поднятый со дна грунт будет возвращён назад	2	70	С помощью научных исследований определить место в акватории Финского залива для перегрузки грунта				
	Загрязнение окружающей среды (сброс промышленных, бытовых сточных вод)	10							Строительство дополнительных канализационных коллекторов	4	200	Довести уровень очистки стоков до 100%
	Прекращение финансирования проекта	Остановка строительства объекта										
Ухудшение экономической ситуации региона		8	Привлечение отечественных специалистов (рабочих)	1	72	Установить взаимовыгодные взаимоотношения с ВУЗами						
Усиление кризисной ситуации в стране		10					Импортозамещение материалов, техники	1	90	Использовать отечественные ресурсы		

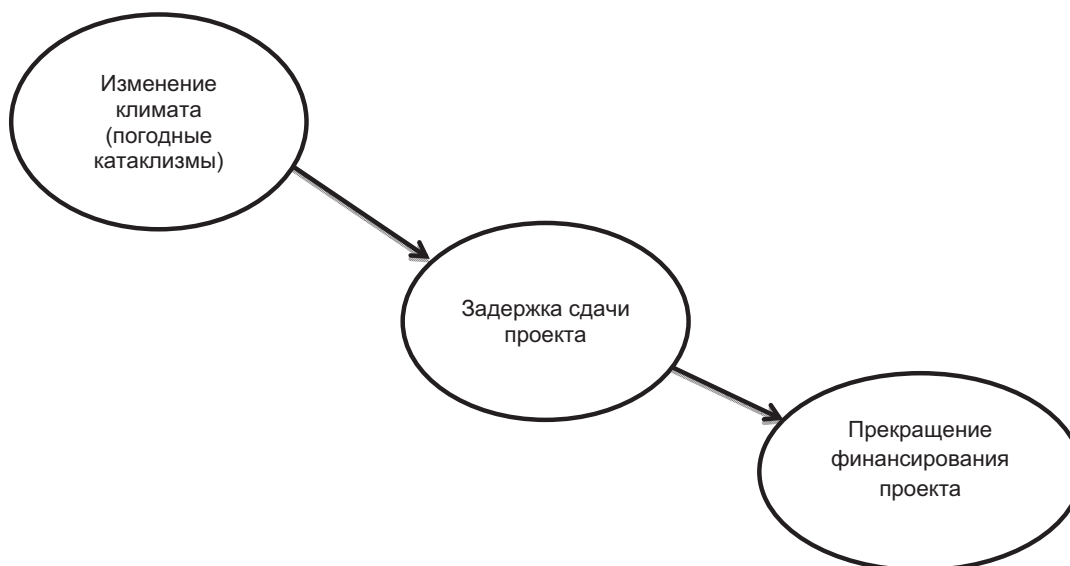


Рис. 1. Влияние потенциальных несоответствий друг на друга

**ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ
В МОДЕЛИ ФМЕА**

Формулы расчета приоритетного числа риска (SOD), а так же граничного значения SOD представлены на рис. 2. Предложенные улучшения позволят разработать корректирующие и пред-

упреждающие мероприятия направленные не только на снижение тяжести последствия несоответствия со значимым значением SOD, но и на частоту возникновения зависимых несоответствий. Построить так называемую «простую базу знаний» для создания экспертных систем хранения данных в организации, целью создания

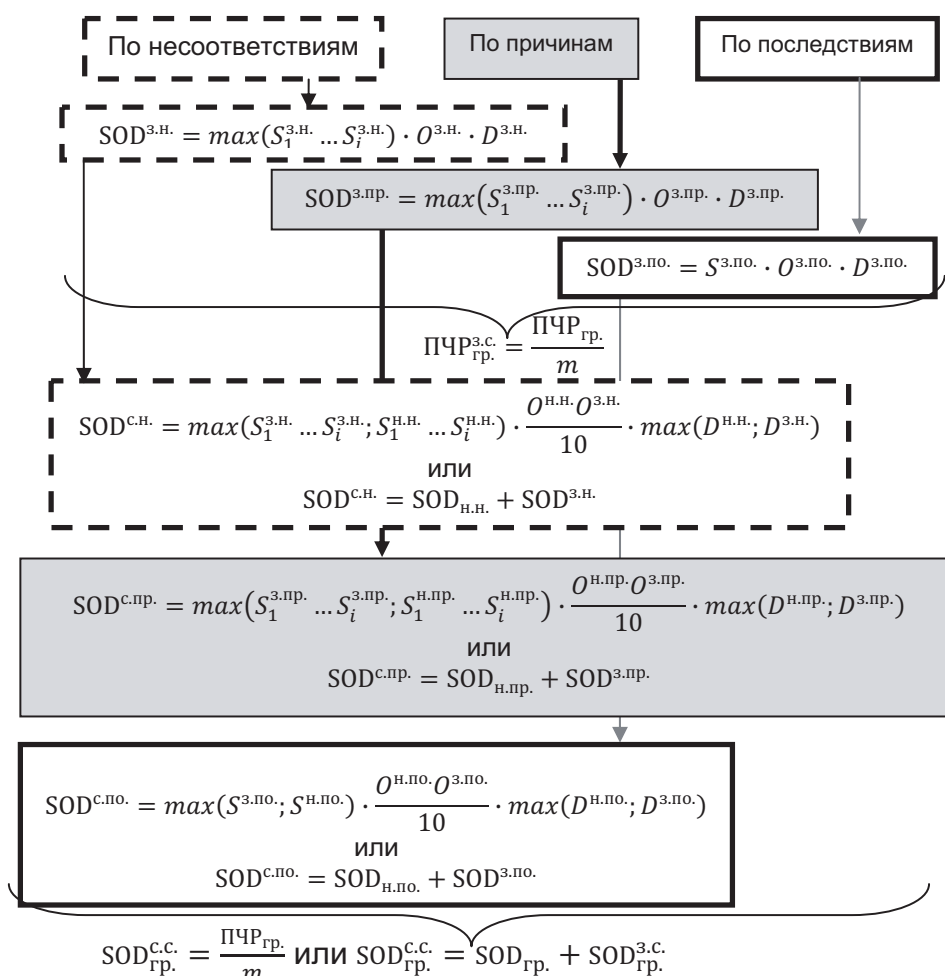


Рис. 2. Расчет приоритетного числа риска

которых – помочь менее опытному персоналу найти уже существующее описание способа решения какой-либо проблемы [16 – 18].

На рис. 2 использованы следующие обозначения: S – значимость последствия; O – оценка частоты возникновения; D – оценка возможности обнаружения, з.н.; з.пр.; з.по. – зависимое(ая) несоответствие; причина; следствие, н.н.; н.пр.; н.по. – независимое(ая) несоответствие; причина; следствие, ПЧР – приоритетное число риска, гр. – граничное значение, превышение которого недопустимо, с.н.; с.пр.; с.по. – совместных (двух одновременно) несоответствий, причин или последствий, с.с. – совместного события (одновременно происходят два(е) несоответствия, причины или последствия); з.с. – зависимого события (несоответствия, причины или последствия), m – коэффициент, учитывающий ограничение ресурсов на устранение двух нежелательных событий (по умолчанию равен 2).

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РОЛИ СУБЪЕКТА НА РЕЗУЛЬТАТ ПРОЕКТА

При реализации любого проекта ключевыми показателями являются срок и качество выполнения. В соответствии с принципами менеджмента качества контрольная функция, которая принадлежит государству, увеличивает стоимость проекта, не влияя на его ценность. Кроме того, такая роль не несет в себе ответственность за срок реализации, что и является ключевой причиной

как задержек выполнения проекта, так и того, что без государственных инвестиций крупные проекты не реализовываются. Т.е. делаем заключение о том, что для адекватной реализации проекта необходимо учитывать роли участников и при необходимости менять их. В рассматриваемом проекте роль государства кроме контрольной стала еще и инвестиционной, тогда чиновники, отвечающие за реализации плана по финансированию проекта строительства многофункционального морского перегрузочного комплекса, заинтересованы в выполнении проекта. Что позволило при содействии властей привлечь как наиболее сильных экспертов, так и необходимые технологии [19 – 21].

ВЛИЯНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА

Итак, пересмотр ролевых функций влияет на срок выполнения проекта, конечно отказ от контрольной функции недопустим, и она реализуется через узаконивание зон ответственности, через привлечение независимых экспертов. Но кроме пересмотра ролей участников, в случае, когда проект носит научно-технический характер, реализуется впервые и требует привлечения мирового научного сообщества к решению проблем (например, в нашем случае влияние водной среды, на скорость принятия технических решений будет влиять и уровень стандартизации. Имеется в виду тот факт, что любой стандарт и даже закон

Таблица 2. Субъекты и роли участников строительства

Субъекты участники проекта	Роли участников	Примеры критериев отказа от участия в проекте	Примеры критериев продвижения проекта
Государство	Контрольная	Изменение государственного приоритета	Отсутствует в виду исключительно контрольной функции
Иностранные инвесторы	Инвестиционная	Изменение законодательства, санкции, курс валют	Сокращение или отсрочка налогов, увеличение потенциальной прибыли
Российские инвесторы	Инвестиционная	Изменение законодательства, санкции, курс валют	Сокращение или отсрочка налогов, увеличение потенциальной прибыли
Экспертное сообщество (ученые)	Консультационная	Отсутствие информации об объекте строительства	Возможность получить новые научные результаты, обеспеченность проекта инновационными методами и технологиями
Организация - головной исполнитель	Исполнительская	Отсутствие инвестиций	Соответствие инвестиций программе и срокам, поддержка государства и местной власти
Аутсорсеры	Вспомогательная	Отсутствие инвестиций	Соответствие инвестиций программе и срокам

отвечает на вопрос «как делать?», т.е. стандарты нацелены обеспечение процедур выполнения действий, но не отвечают на вопрос «почему нужно делать так?», а в условиях реализации научно-технических проектов должны измениться методы выполнения расчетов и обеспечения работоспособности. Установлено, что понимание причин, определяющих норму, сокращает время внедрения изменений в среднем на 30%, что для реализации проектов крайне важно.

Разработка подходов к сохранению такой информации или говоря языком стандартов серии ISO 9000 постановка под управление данной информации является важной и актуальной задачей сегодня.

Модели интеграции требований на основе теории множеств. При написании нормативных документов организации, в случае когда необходима интеграция нескольких требований международных стандартов или иных нормативных актов или требований потребителя, можно проиллюстрировать взаимодействие норм, используя теорию множеств (в том числе нечетких) (табл. 3).

Такая иллюстрация позволяет утверждать, что существует четыре типа взаимодействия норм при их интеграции: объединение, пересечение, дополнение и отрицание. Причем в условиях взаимодействий типа дополнения и отрицания интеграция норм либо не нужна, либо невозможна. Отрицание часто возникает, как и показано в примере, при взаимодействии требований различных государств, например, известен случай несоответствия норм при подаче трапа самолета. Причем на практике сотрудникам отделов, занимающихся вопросами стандартизации, приходится все «конфликты» норм наследовать в документы следующего уровня [10–13]. В итоге получается 100 % нарушение требований нормативного документа. Разрешение таких конфликтов возможно только в случае, если известны причины установления нормы [14–17]. Когда будут известны причины, станет возможным определить приоритеты и ситуации (области применения) работы той или иной нормы.

Модель взаимодействия и развития норм. Если мы говорим о наследии норм, можно провести аналогию этого процесса с наследием генов

в природе. Разработка и применение новых норм всегда связана как с попыткой разрешить некоторый хаос, так и с произвольным (продуманным) или с непроизвольным (непродуманным) новым состоянием равновесия системы [18–21], т. е. введение новой нормы меняет производственные отношения. Для применения моделей необходима интерпретация следующих понятий. Рождение нормы – стандартизация нового вида деятельности или новой продукции. Прогресс нормы – развитие и распространение нормы, уточнение связей с другими требованиями. Регресс нормы – сокращение объемов применения или перевод в необязательные требования. Конкуренция нормы – ситуация, возникающая в случае «отрицания» (конфликта) нескольких требований. Гомеостаз нормы – равновесное взаимодействие с другими требованиями.

Пусть $k_1(S)$ – коэффициенты прироста энтропии в системе, $L_1(S, n)$ – функция реакции системы на возникшую проблему, $k_2(S, n)$ – функция, показывающая реакцию на вмешательство новой нормы, $L_2(n)$ – коэффициент амортизации наследия. Зависимость $L_1(S, n)$ от n связана с тем, что темп убытия энтропии связан нелинейно с наследием в силу ограниченности ресурсов системы, следовательно, и наследия. При увеличении наследия скорость убытия энтропии должна замедляться, но она не может быть отрицательной. Темп $k_2(S, n)$ также предлагается сделать зависящим от наследия, так как темп роста наследия зависит не только от проблем, стоящих перед системой, но и от уровня наследия. Эти функции непрерывны и определены на положительной полуоси $n, S \geq 0$. Рассмотрим следующую модель:

$$\begin{aligned} dS/dt &= k_1(S) S - L_1(S, n), \\ dn/dt &= k_2(S, n) S - L_2(n) n. \end{aligned}$$

Опишем эту модель в предположениях.

1) Наследие – это результат работы системы в процессе решения производственных проблем, и коэффициент прироста наследия $k_2(S, n)$ зависит от энтропии и наследия, которым располагает система. Наследие убывает за счет регресса и конкуренции, убытие пропорционально объему наследия с коэффициентом $L_2(n)$, зависящим только от наследия.

2) Прирост энтропии равен росту числа производственных проблем с темпом прироста $k_1(S)$,

Таблица 3. Анализ взаимодействия норм

Типы взаимодействия норм	Иллюстрация	Формула
Объединение	Если $A=\{1,2,4\}$, $B=\{3,4,5,6\}$, то $A \cup B = \{1,2,3,4,5,6\}$	$C=A \cup B$
Пересечение	Если $A=\{1,2,4\}$, $B=\{3,4,5,2\}$, то $A \cap B = \{2,4\}$	$C=A \cap B$
Дополнение	$A=\{1,2,4\}$, $B=\{1,2,4\}$	$A=B$ $B=A$
Отрицание	Если $A=\{1,2\}$, $B=\{3,4,5\}$	$A \Delta B$

зависящим только от энтропии. Уменьшение энтропии достигается решением проблем с некоторым коэффициентом, зависящим от уровня хаоса и наследия, которым располагает система $L_1(S, n)$.

3) Для состояний типа «Рождение» и «Прогресс» частные производные функции реакции на вмешательство удовлетворяют неравенствам $dk_2/dS > 0$, $k_2(0, n) \leq 0 < k_2(\infty, n)$, так как нулевой уровень энтропии подразумевает отсутствие проблем, а значит, наследие не изменяется или убывает. Темп прироста наследия монотонно возрастает с возрастанием энтропии, переходя от отрицательных значений (в случае, когда при рождении нормы вообще никакого наследия не было) к положительным величинам. Для систем типа «Конкуренция» $L_1(S, n) < 0$ при $S > 0$, $n > 0$; $L_1(0, n) = 0$ и $L_1(S, 0) = 0$. Для систем типа «Регресс» функция реакции $L_1(S, n) > 0$ при $S > 0$. Для системы «Гомеостаз» $L_1(S, n) = 0$.

Если показать решения моделей [21], то в результате мы приходим к выводу, что с течением времени произойдет гибель системы, но с сохранением части наследия. Т. е. часть разработанных норм после гибели производственной системы будут унаследованы новой производственной площадкой [21]. Так, напри-

мер, норма может перейти из технологической в корпоративную.

Методика оценки возможности интеграции норм. Интеграция норм, как видно выше, – сложная задача, и необходима большая предварительная работа. Продемонстрируем алгоритм интеграции нормативных требований (рис. 3).

Под формированием метаязыка подразумевается работа по оценке терминологических баз двух документов и разработке обобщающего глоссария, который будет понятен производственной системе. Целью построения статистико-лингвистической системы является получение моделей стандартов в цифровой форме, когда каждому требованию соответствует число, которое отражает значимость требования. Данная модель позволит оценить приоритеты интегрируемых стандартов (рис. 3).

К сожалению, следует отметить, что не все стандарты могут быть интегрированы. Необходимо признать, что существуют ситуации, когда одновременное применение различных требований недопустимо, чаще всего это связано с конфликтом методов оценки, например, прочности или других расчетов.

При реализации проекта всегда обращают внимание на его качество и его скорость. Для обе-

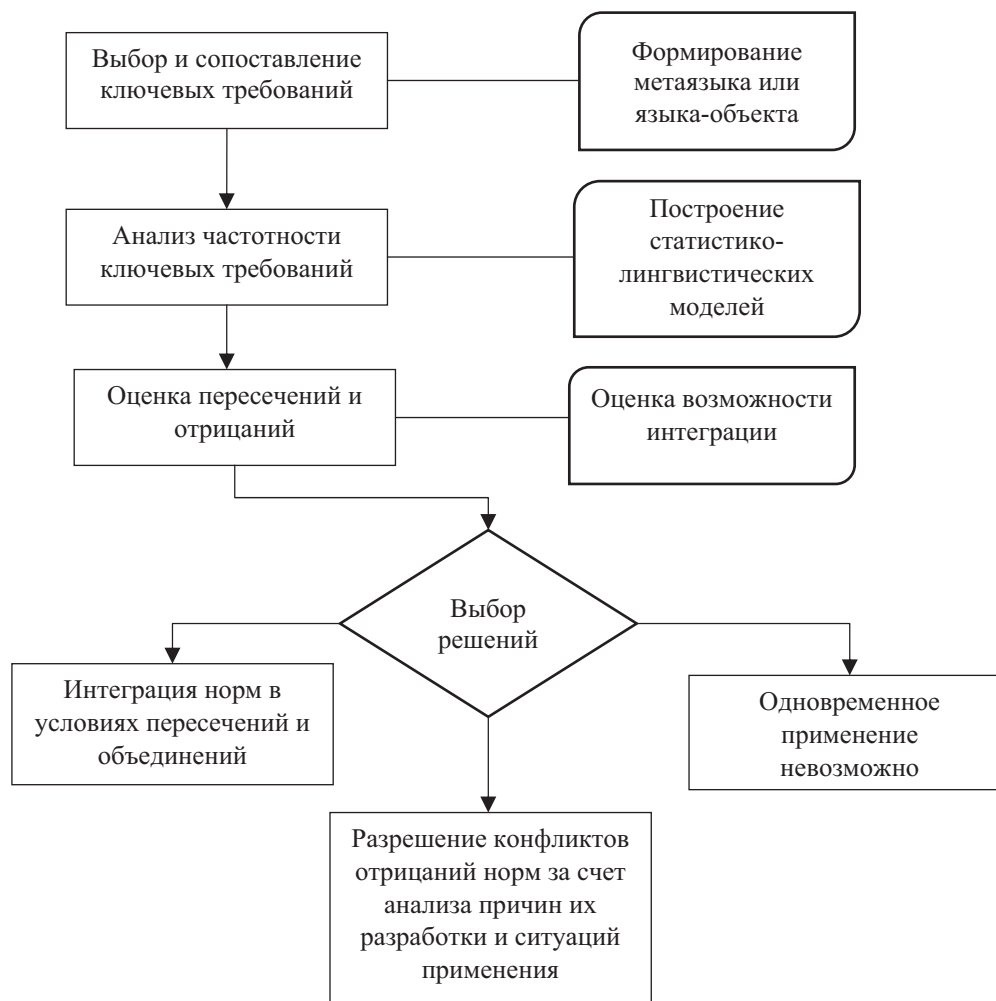


Рис. 3. Алгоритм интеграции нормативных требований

спечения этих параметров необходимо улучшать как процедуры анализа рисков и неопределенностей проекта, так и принципы стандартизации деятельности. При применении FMEA необходим учет влияния проблем друг на друга, что существенно меняет методы оценки приоритетного числа риска. Роли субъектов проекта существенно влияют на его реализацию, особенно это касается процедур контроля. Если при реализации проекта необходимо внести изменения в установленные технические нормы, необходимо анализировать причины установления норм и области их применения, но проблема современной стандартизации заключается в том, что стандарт отвечает на вопрос «как делать?», а не на вопрос «почему так делать?», то есть отсутствует практика сохранения причин разработки тех или иных норм. Для детального анализа возможности интеграции необходимо построение статистическо-лингвистической модели нормативных документов. Моделирование взаимодействия и развития норм показывает, что имеет место наследие норм различными производственными системами, таким образом, норма может стать культурной традицией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клочков Ю.С., Клочкова Е.С., Васильева И.П., Деметьев С.Г., Газизулина А.Ю., Васильева Т.С. Подход к оценке уровня сопротивления персонала внедрению стандартов на основе анализа частотности ключевых слов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2015. № 3-2 (33-2). С. 199-203.
2. Лаптев Н.И., Клочков Ю.С., Москвичева Е.Л., Волгина А.Д., Абдуллин И.А., Богатеев Г.Г. Анализ самоорганизации процессов систем менеджмента качества // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 9. С. 295-298.
3. Лаптев Н.И., Клочков Ю.С., Москвичева Е.Л., Долгих А.В., Абдуллин И.А., Богатеев Г.Г. Совершенствование процедуры «Внутренний аудит СМК» // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 2. С. 306-309.
4. Керов А.В., Клочков Ю.С., Купцов П.В., Васильева И.П., Абдуллин И.А., Богатеев Г.Г. Моделирование развития процессов систем менеджмента качества // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 15. С. 310-313.
5. Клочков Ю.С. Анализ производимого качества бизнес-процессом // В Сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре Материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 года. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 302-303.
6. Клочков Ю.С. Элемент планирования в системах качества // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре Материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР 2012 года. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2013. С. 303-304.
7. Клочков Ю.С. Развитие модели построения дома качества // Сертификация. 2013. № 3. С. 19-23.
8. Клочков Ю.С., Волгина А.Д., Карсунцева А.А., Селезнева Т.С., Газизулина А.Ю. Разработка модели сертификации продукции на основе QFD // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 4 (26). С. 111-113.
9. Рыжаков В.В., Рыжаков М.В., Клочков Ю.С., Холуденева А.О. Менеджмент качества продукции на основе соотношения «стоимость-качество» в приложениях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 3 (25). С. 251-255.
10. Клочков Ю.С. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе развития модели потребительской оценки и анализа самоорганизации процессов: дис. ... докт. техн. наук. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет, 2012
11. Михеев В.А., Клочков Ю.С., Кузина А.А., Гречникова А.Ф., Савин Д.В. Моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны минимальной разнотолщинности // В сборнике: Самолетостроение России. Проблемы и перспективы Симпозиум с международным участием. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет). 2012. С. 274-276.
12. Барвинок В.А., Клочков Ю.С., Самохвалов В.П., Стрельников Е.А. Управление процессами систем менеджмента качества на предприятиях машиностроения. Самара, 2012.
13. Годлевский В.Е., Буткевич Р.В., Клочков Ю.С., Гиорбелидзе М.Г., Жадяев А.Н., Селезнева Т.С. Методика повышения эффективности процесса сборки отопителя салона на основе концепции бережливого производства // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 4 (22). С. 147-152.
14. Плотников А.Н., Чекмарев А.Н., Клочков Ю.С., Торгашов А.В., Гиорбелидзе М.Г., Волков В.В. Теоретический анализ и математическое моделирование законов распределения порядковых статистик при малых объемах выборки // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 4 (22). С. 199-204.
15. Клочков Ю.С., Ананиашвили Н.Г., Ковалеристова К.А., Вобликов Д.Н., Куликова В.В. Контроль выполнения учебного плана аспиранта // Московское научное обозрение. 2012. № 12-1 (28). С. 28-31.
16. Михеев В.А., Клочков Ю.С., Кузина А.А., Гречникова А.Ф., Савин Д.В. Выбор кинематической схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек сложной пространственной формы // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2012. № 5-1 (36). С. 239-245.
17. Барвинок В.А., Самохвалов В.П., Кулаков Г.А., Рыжаков В.В., Клочков Ю.С. Методика управления рисками в процессах систем менеджмента качества на примере деятельности аэропорта // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2012. № 4 (35). С. 240-246.

18. Михеев В.А., Клочков Ю.С., Кузина А.А., Гречникова А.Ф., Савин Д.В. Моделирование последовательной схемы формообразования обтяжкой обводообразующих оболочек двойной кривизны минимальной разнотолщинности // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). 2012. № 5-1 (36). С. 246-252.
19. Клочков Ю.С. Совершенствование системы управления качеством продукции на основе развития модели потребительской оценки и анализа самоорганизации процессов: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Самара: Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева, 2011.
20. Клочков Ю.С. Оценка современного потребителя в системе менеджмента качества: примеры, подходы, решения. Монография. Самара: М-во образования и науки РФ, Самарский гос. областной ун-т (Наяновой). Самара, 2011.
21. Клочков Ю.С. Анализ процессов систем менеджмента качества со значимой долей самоорганизации // Стандарты и качество. 2011. № 5. С. 56-59.

CONSIDERATION OF UNCERTAINTIES AND RISKS IN THE BUILDING PROCESS OF MULTIFUNCTIONAL HARBOUR TRANSSHIPPING COMPLEX

© 2016 Y.S. Klochkov¹, L.R. Sokolova¹, V.P. Samohvalov², V.E. Godlewski²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

² Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

The present paper discusses types of management uncertainty exemplified by the case study of a project of building a multifunctional harbor transshipping center. The analysis is based on the ideas and works of I. Fischer. The paper shows that the role of project management actors substantially influences risks and that change of the actor's role leads to minimization of risks and elimination of uncertainty about project realization time. To analyze project risks the authors develop a complex model of risk assessment based on analysis of probability and impact level of undesired events. Probability of undesired events is presented as a matrix of risk ranks and a tool for analyzing project risks based on the matrix of risk ranks and FMEA analysis is developed. *Keywords:* standardization, risk, FMEA, change, project

Yury Klochkov, Doctor of Technics, Professor, Director of Science and Education Monitoring Center.

E-mail: klochkov_yus@spbstu.ru

Lera Sokolova, Specialist, Monitoring Center of Science and Education.

Vladimir Samohvalov, Doctor of Technics, Professor at the Aircrafts Construction and Quality Management Department.

Viktor Godlewski, Doctor of Technics, Professor.