

УДК 622.276.04

Контроль процессов устаревания оборудования системы подводной добычи при освоении морских месторождений

С.В. Греков^{1*}, О.А. Корниенко¹, А.И. Новиков²

¹ ООО «Газпром ВНИИГАЗ», Российская Федерация, 142717, Московская обл., Ленинский р-н, с.п. Развилковское, пос. Развилка, Проектируемый пр-д № 5537, вл. 15, стр. 1

² ПАО «Газпром», Российская Федерация, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский пр-т, д. 156

* E-mail: SGrekov@vniigaz.gazprom.ru

Ключевые слова: морское месторождение, система подводной добычи, устаревание, элементная база, модернизация, стратегия управления проектом.

Тезисы. Сочетание значительной глубины моря и суровых ледовых условий делает задачу освоения значительной части месторождений шельфа РФ практически не решаемой без использования технологий подводной добычи. Наряду с техническими средствами таких отраслей, как атомная, авиационная, судостроительная и военная, к оборудованию системы подводной добычи предъявляется требование обеспечения надежной эксплуатации на протяжении длительного периода времени, часто превышающего 30 лет.

Процесс устаревания оборудования подводной системы добычи является объективным, его неконтролируемое развитие может привести к значительному увеличению эксплуатационных затрат оператора нефтегазового проекта. Для минимизации рисков, связанных с устареванием подводного оборудования, долгосрочные планы работ на месторождении должны включать комплекс специальных организационных мероприятий по контролю данного процесса.

В статье рассмотрены основные факторы, способствующие устареванию оборудования системы подводной добычи, определены элементы системы, в наибольшей мере подверженные этому процессу. В заключение сформулированы основные отличительные особенности различных стратегий управления процессом и сделаны рекомендации по выбору эффективных мер контроля устаревания с учетом стадии освоения месторождения.

Контроль процессов устаревания высокотехнологичного оборудования является актуальной задачей для целого ряда отраслей промышленности, где срок службы технических систем превышает десятки лет. К таким отраслям можно отнести атомную энергетику, авиа-, судостроение и военную промышленность, а также добычу углеводородов на шельфе. Под процессом устаревания здесь и далее в соответствии с ГОСТ Р 56136-2014¹ понимается явление жизненного цикла, связанное с началом выпуска аналогичных изделий с изменившимися характеристиками и утратой возможности получения (поставки) изделия от его первоначального изготовителя на приемлемых условиях. С точки зрения пользователя устаревание продукта проявляется в сложностях, связанных с приобретением запасных частей или новых экземпляров для замены деталей, находящихся в эксплуатации.

Необходимость контроля процессов устаревания нефтегазопромыслового оборудования, задействованного в шельфовых проектах, обусловлена существенной продолжительностью их реализации. С учетом высокой стоимости объектов обустройства морских месторождений рентабельность проектов достигается только при значительных начальных запасах, что в сочетании с требованиями к обеспечению необходимого коэффициента извлечения углеводородов приводит к длительному периоду добычи.

Продолжительность освоения морских месторождений нефти и газа, как правило, составляет не менее 25 лет, достигая в отдельных случаях 40 лет. В качестве примера можно привести проекты освоения Южно-Кириновского и Штокмановского месторождений, в соответствии с которыми период добычи на месторождениях

¹ ГОСТ Р 56136-2014. Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2015.

составляет около 40 лет. Таким образом, применительно к морскому технологическому комплексу указанных месторождений задача контроля устаревания оборудования системы подводной добычи (СПД) является весьма актуальной. Однако в открытых источниках информация об учете данного фактора на этапе проектирования объектов обустройства этих месторождений не встречается.

В нескольких отечественных стандартах, в частности в ГОСТ Р 27.203-2012² и ГОСТ Р 56129-2014³, установлены требования к управлению процессами устаревания⁴, содержание которых основано на положениях международного стандарта МЭК 62402:2007⁵. Следует признать, что устаревание оборудования подводной системы добычи является объективным процессом, неконтролируемое развитие которого может привести в будущем к значительному увеличению эксплуатационных затрат оператора проекта. Для минимизации рисков, связанных с устареванием подводного оборудования, долгосрочные планы работ на месторождении должны включать комплекс специальных организационных мероприятий по контролю данного процесса.

Для оборудования СПД процесс устаревания может быть связан как минимум со следующими обстоятельствами:

- появлением на рынке новых технико-технологических решений, внедрение которых позволит оператору повысить эффективность освоения месторождения, например увеличить коэффициент извлечения пластовой продукции или коэффициент эксплуатации оборудования;
- существенным изменением программного обеспечения (ПО) в системе управления подводной добычей, позволяющим оператору оптимизировать технологические процессы;

- более коротким жизненным циклом отдельных элементов по сравнению с периодом эксплуатации всей системы;

- прекращением производства некоторых элементов или материалов, например, вследствие принятия новых природоохранных законодательных ограничений или ухода с рынка производителя комплектующих;

- возникновением ограничений, связанных с приобретением запасных частей и расходных материалов для оборудования морского технологического комплекса.

Если первые два обстоятельства выражаются главным образом в расширении функциональности системы, которое зачастую может быть достигнуто без существенного влияния на уже установленное оборудование, то остальные обусловлены объективными процессами эволюции производственных технологий создания элементной базы и заменой используемых в подводном оборудовании и смежных отраслях материалов.

Несмотря на то что производителем подводного оборудования установлен срок эксплуатации исходя из требований проектного технологического документа на разработку месторождения, фактически с определенного момента времени поставщик не сможет обеспечить замену или ремонт вышедших из строя элементов из-за отсутствия на рынке необходимых комплектующих. Как правило, производитель оборудования СПД начинает контролировать процессы устаревания спустя 5–6 лет с момента изготовления. Оператору проекта поставщик подводной системы может предложить реализацию специальных сервисов, призванных уменьшить риски оператора вследствие устаревания системы. Однако надо четко понимать, что предлагаемые программы являются частью бизнес-стратегии производителя оборудования и, по большому счету, направлены на продвижение на рынке предоставляемых им сервисов. Для оператора проекта основной целью контроля устаревания является поддержание эксплуатируемого оборудования в работоспособном состоянии, а не новые инвестиции, связанные с внедрением инновационных разработок, даже если ему обещают, что с новыми решениями эффективность работы увеличится.

С учетом обширной номенклатуры комплектующих, поставляемых сторонними производителями для оборудования подводной

² ГОСТ Р 27.203-2012. Надежность в технике. Управление устареванием. – М.: Стандартинформ, 2014.

³ ГОСТ Р 56129-2014. Интегрированная логистическая поддержка экспортируемой продукции военного назначения. Управление номенклатурой устаревающих покупных комплектующих изделий. – М.: Стандартинформ, 2015.

⁴ Под управлением процессом устаревания здесь и далее понимается комплекс мероприятий, связанных с минимизацией негативных последствий, обусловленных устареванием оборудования и комплектующих.

⁵ см. IEC 62402:2007. Obsolescence management – Application guide (MOD).

системы добычи, целесообразно ставить перед оператором задачу управления устареванием оборудования на начальном этапе проекта. Процесс управления устареванием представляет собой совокупность запланированных и скоординированных действий, направленных на обеспечение высокой эксплуатационной готовности оборудования морского технологического комплекса на протяжении всего срока разработки месторождения. Данный процесс должен включать планирование поставок запасных частей, модернизацию оборудования и обновление ПО. Целью контроля устаревания должна быть минимизация возможных финансовых потерь оператора проекта вследствие снижения добычи из-за внеплановых простоев оборудования, обусловленных невозможностью оперативной замены вышедших из строя элементов.

Если посмотреть на статистику уведомлений о завершении производства отдельных элементов, направляемых производителям поставщиками комплектующих, то можно отметить, что преобладающее число выводимых из производства изделий составляют электронные элементы (рис. 1). Составные части гидравлических систем подвержены устареванию в гораздо меньшей степени [1].

На сегодняшний день в мире ежегодно прекращается производство около 1 % от номенклатуры выпускаемых электронных элементов. Данное обстоятельство во многом

обусловлено коротким циклом появления новых технических решений и быстрой сменой поколений бытовых электронных приборов, средств сотовой связи, компьютерной техники. На рис. 2 показана динамика уведомлений от поставщиков о том, что производитель электронных комплектующих прекращает их выпуск [2]. Применительно к СПД имеет место несоответствие продолжительности жизненного цикла подводного оборудования и фактического цикла смены поколений электронных комплектующих. Надо отметить, что нефтегазовая отрасль не является в данном вопросе уникальной и схожие проблемы наблюдаются, например, в авиационной промышленности или судостроении.

Многие высокотехнологичные продукты с длительным жизненным циклом находятся в аналогичных условиях, потому что влияние соответствующей отрасли на производителей электронных элементов минимально вследствие относительно незначительного объема ежегодно используемых комплектующих. При этом замена снятой с производства элементной базы другими элементами может привести как к необходимости изменения конструктивных решений, так и к проведению повторных процедур сертификации для подтверждения установленного уровня безопасности системы, что связано и для производителя, и для оператора с дополнительными затратами.

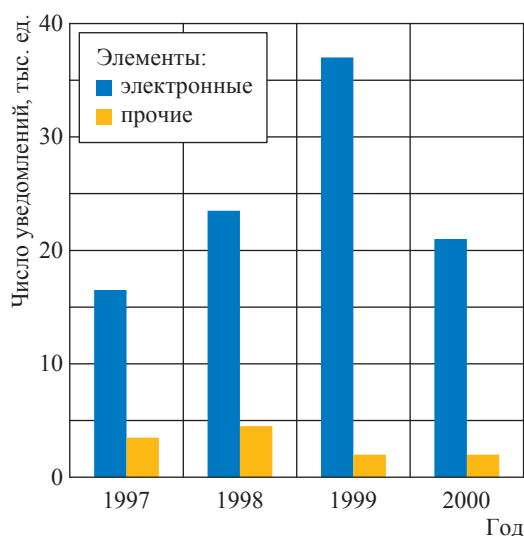


Рис. 1. Соотношение числа уведомлений о прекращении производства комплектующих для электронных и неэлектронных элементов

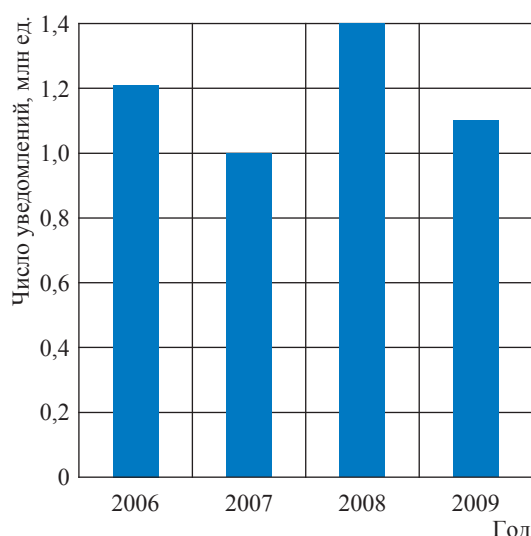


Рис. 2. Число уведомлений от поставщиков о прекращении производителем выпуска электронных компонентов

Риски, обусловленные процессами устаревания, отличаются для различных элементов СПД. В табл. 1 приведена оценка скорости изменения технологий и влияния устаревания на оборудование системы [1]. На основании этих данных можно сделать вывод, что основным элементом оборудования СПД, для которого в первую очередь должна быть разработана программа контроля устаревания, является подводная часть системы управления, включающая модули управления на фонтанных арматурах и манифольдах.

В составе подводного модуля управления риску устаревания прежде всего подвержен электронный модуль. Его основу составляют полупроводниковые элементы и микросхемы, параметры которых, как уже отмечалось, в большей мере определяет спрос в сфере производства вычислительной, бытовой и коммуникационной техники (рис. 3), жизненный цикл которой существенно меньше срока службы подводных систем [3, 4]. Параметры эксплуатации электронного модуля на подводном оборудовании, в отличие от условий работы, например, военной техники, во многом аналогичны условиям работы бытовой электроники. Электронный модуль не подвергается воздействию таких факторов, как высокие температуры, перегрузки, агрессивная среда, вибрации, ударные воздействия, высокое давление и т.д., поскольку расположен в герметичном кожухе, заполненном инертной средой при атмосферном давлении. Температура на морском дне составляет около

0 °С, обеспечен хороший отвод тепла, выделяемого модулем в процессе работы.

С учетом условий эксплуатации для электронного модуля могут быть использованы комплектующие, аналогичные применяемым в вычислительной и бытовой технике, для которых, как было сказано выше, в наибольшей степени характерна ускоренная смена поколений согласно динамике рыночных процессов. При этом операторы проекта могут и не знать, какие именно комплектующие использованы в электронных модулях установленного на месторождении подводного оборудования. Данная информация считается производителем подводной системы закрытой и не передается вместе с эксплуатационной документацией.

Кроме подводных модулей управления риск устаревания характерен для электроники, используемой в многофазных расходомерах, внутрискважинном оборудовании и контрольно-измерительных приборах (КИП). Особое место в программе контроля устаревания необходимо выделить оборудованию подводной дожимной



Рис. 3. Отраслевое распределение рынка электронных комплектующих

Таблица 1

Влияние устаревания на оборудование СПД

Элемент СПД	Принцип действия	Скорость модернизации технологий	Сложность замены поставщика	Риск устаревания
Гидравлическая силовая установка	Электрогидравлический	Средняя	Несложно	Низкий
Электроснабжение	Электротехнический	Средняя	Несложно	Низкий
Шлангокабель и оконечное устройство	Механический	Низкая	Несложно	Низкий
Перемычки (электрические и гидравлические)	Механический	Низкая	Несложно	Низкий
Подводные насосы	Механический и электротехнический	Средняя	Сложно	Средний
Система подводной сепарации	Механический	Средняя	Сложно	Средний
Подводный модуль управления	Электронный	Высокая	Очень сложно	Очень высокий
Программное обеспечение	Алгоритмический	Высокая	Несложно	Средний

компрессорной станции (ПДКС), ввод в эксплуатацию которой возможен на поздней стадии освоения месторождений. В состав ПДКС входит значительное количество электронных и электротехнических элементов, подверженных риску устаревания. Даже с учетом меньшего по сравнению с другим подводным оборудованием срока эксплуатации ПДКС (около 18 лет) задача управления ее устареванием будет комплексной и сложно реализуемой.

Для крупных месторождений динамика разработки предполагает поэтапный ввод отдельных участков. При таком подходе в будущем возможно увеличение требований к функциональности подводной системы, например, реализации технологий «умного месторождения», применению 4D-сеймики, проведению геотехнического контроля объектов устройства, использованию дополнительных КИП, что в итоге приведет к увеличению числа объектов, подверженных риску устаревания.

Помимо устаревания элементной базы в процессе эксплуатации СПД необходимо контролировать процессы, связанные с развитием ПО, которые следует оценивать с позиции возможного конфликта программ верхнего и нижнего уровней. Изменения в процессе развития элементной базы на определенном этапе приводят к устареванию ПО микропроцессоров и необходимости их замены. Со временем эти изменения могут достичь такой степени, что используемое ПО верхнего уровня не сможет работать с новыми модулями. Программное обеспечение способно устареть и безотносительно устаревания элементной базы электронных модулей. Например, вывод производителем на рынок новых программных решений может сопровождаться назначением даты, после которой прекращаются техническая поддержка и выпуск обновлений для действующих программ.

Задача контроля устаревания оборудования СПД должна решаться с учетом всего перечня факторов, которые могут повышать затраты оператора проекта из-за невозможности оперативного ремонта. Для решения задачи необходимо обеспечить скоординированные действия поставщика подводного оборудования и оператора проекта в направлении обеспечения надежности, контроля интенсивности отказов и поставки необходимых для ремонта запасных частей.

На практике операторы морских проектов реализуют две стратегии управления процессами устаревания [5]: активную и пассивную.

Каждая стратегия имеет свои преимущества и недостатки, и выбор должен осуществляться в зависимости от этапа жизненного цикла месторождения, особенностей технологической схемы освоения.

Пассивная стратегия подразумевает начало деятельности и, соответственно, возникновение затрат после наступления событий, обусловленных устареванием оборудования. Такой подход не требует предварительных инвестиций, но связан с риском значительных финансовых потерь при незапланированных мероприятиях по ремонту подводного оборудования или остановке добычи из-за невозможности оперативного ремонта. Пассивная стратегия экономически выгодна в отношении месторождений, находящихся на начальном этапе разработки, где срок эксплуатации подводного оборудования еще не превышает 7–9 лет, вероятность возникновения отказов незначительна и на рынке имеются все необходимые для ремонта запасные элементы.

Активная стратегия подразумевает разработку специального комплекса мер, реализуемых до начала процессов устаревания оборудования. Такой подход операторы часто используют в тех случаях, когда остановка добычи и длительный простой недопустимы по технологическим или экономическим условиям. Активная стратегия предполагает различные решения, например⁵:

1) разработку специальных требований к поставщику оборудования СПД, связанных с устареванием. Эти требования могут касаться доступности на рынке комплектующих для подводного оборудования, выбора элементной базы, возможности ремонта элементов для повторного использования;

2) создание открытой архитектуры и интерфейсов оборудования СПД для использования представленных на рынке решений сторонних производителей и последующего внедрения вновь создаваемых технологий в рамках принятых проектных решений. Данный вопрос активно обсуждается в профессиональном сообществе производителей подводного оборудования, но до настоящего времени общего решения о реализации открытой архитектуры не достигнуто;

3) постоянный мониторинг устаревания, отслеживание ситуации на рынке элементной базы и материалов, используемых в подводном оборудовании. Как правило, данную задачу

решают специализированные подразделения в составе производителя подводного оборудования. Оператору необходимо обеспечить постоянное взаимодействие собственных сервисных служб с указанными подразделениями;

4) плановую модернизацию системы подводной добычи. Оператором проекта совместно с проектной организацией и производителем оборудования должен быть обоснован временной рубеж, после которого осуществляется модернизация подводной системы или производится замена отдельных элементов с высоким риском устаревания. Для морских проектов имеется опыт реализации данного подхода на подводном оборудовании;

5) закупку комплектующих на весь оставшийся период эксплуатации месторождения, покупку неоригинальных комплектующих сторонних производителей. Данный подход возможен при незначительной продолжительности эксплуатации оборудования после начала процессов устаревания.

Если на начальном этапе многие компании применяют пассивную систему контроля устаревания, то после 8–10 лет эксплуатации наименьшие затраты в процессе эксплуатации подводной системы возможны при реализации активной стратегии контроля устаревания, включающей разработку комплекса упреждающих мер. Ключевыми факторами эффективности стратегии являются возможность формирования прогноза устаревания ключевых элементов и подготовка компенсирующих мероприятий до того, как произойдет отказ оборудования. В результате итоговые потенциальные потери, обусловленные продолжительностью остановки добычи, будут меньше, чем в случае применения пассивной стратегии.

Необходимо еще раз подчеркнуть актуальность тесного взаимодействия оператора проекта и поставщика системы подводной добычи, поскольку прогноз динамики устаревания, краткосрочный в отношении текущего состояния цепочки поставщиков и долгосрочный на несколько лет вперед, может сделать только производитель оборудования, обладающий полной информацией в отношении процессов, происходящих на рынке комплектующих. Косвенными признаками начала процесса устаревания могут быть: снижение числа производителей необходимых комплектующих на рынке; снижение числа дистрибьюторов, предоставляющих комплектующие

производителям оборудования; повышение цены на запасные части; анонсы производителей электронных элементов об изменении ассортимента. Поставщик подводного оборудования строит свою стратегию и информирует оператора проекта, исходя из информации, получаемой от производителей элементов. Однако только около 60 % событий, связанных с прекращением производства элементов, происходит в срок, заранее озвученный производителем комплектующих [2], т.е. существует риск неожиданного прекращения производства, к которому оператор может оказаться не готов.

Экономическую оценку при выборе стратегии контроля устаревания возможно провести в тех случаях, когда имеются предпосылки для обоснования сроков проявления процессов устаревания, объемов недопоставки продукции и стоимости модернизации. Результат такого расчета, выполненного для СПД месторождения Тордис [1], расположенного в Северном море, показал, что пассивная стратегия в итоге обходится оператору в три раза дороже активной стратегии, поскольку приводит к снижению эксплуатационной готовности оборудования, объемов добычи и, как следствие, к уменьшению прибыли. Данный пример показывает неэффективность пассивной стратегии для месторождений с СПД, находящихся на завершающей стадии разработки. Исключением могут быть случаи, когда оставшийся период разработки месторождения достаточно короткий и вероятность возникновения осложнений вследствие устаревания оборудования низкая.

Устаревание электронных модулей – неизбежный процесс, но планирование активной стратегии управления, начиная со стадии проектирования, через применение открытой архитектуры и модульной конструкции дает возможность снизить негативное влияние этого процесса. При разработке требований к СПД целесообразно учитывать следующие положения:

1) при использовании открытой архитектуры системы и интерфейсов снижается стоимость включения новых элементов или замены старых в существующей схеме;

2) использование оптоволоконных линий связи в системе управления позволяет обеспечить резерв пропускной способности и при необходимости увеличить объем данных, используемых системой управления. Например, получать данные в реальном масштабе времени при внедрении системы умных скважин,

осуществлять диагностику подводного оборудования с установкой дополнительных датчиков и, соответственно, более качественно планировать работы по поддержанию технического состояния подводной системы;

3) преимуществом открытой системы является ее расширяемость (масштабируемость), т.е. возможность включения в оборудование электрических и механических интерфейсов для обеспечения установки в будущем новых модулей и КИП.

Одной из задач системы управления устареванием является снижение стоимости жизненного цикла месторождения, которое может выражаться в уменьшении затрат на последующую замену элементов и ремонт оборудования. Оператору целесообразно приступить к решению задачи контроля устаревания с начала работ по освоению месторождения и сформировать политику в части контроля устаревания, которая должна согласовываться с общей стратегией компании по организации работ на промысле. Для формализации работы по управлению устареванием рекомендуется создать и внедрить в производственную деятельность следующие документы:

- политику в области управления устареванием;
- план управления устареванием, включающий описание стратегии контроля устаревания на различных этапах освоения месторождения, перечень оборудования, на которое он распространяется, периодичность оценки хода выполнения плана, контрольные точки и показатели;
- процедуры, описывающие процесс управления устареванием и распределение ответственности между службами компании.

План управления устареванием может входить в общую схему управления надежностью СПД.

При заключении контракта на поставку оборудования СПД необходимо обязать поставщика регулярно информировать эксплуатирующую организацию о текущем состоянии и прогнозе изменений в области контроля устаревания подводного оборудования. Одной из эффективных мер контроля устаревания может быть распределение рисков между производителем подводного оборудования и эксплуатирующей организацией, например, посредством внесения в договор поставки соответствующих обязательств поставщика оборудования по обеспечению его ремонта на весь срок эксплуатации. При этом надо иметь уверенность, что поставщик на протяжении этого периода останется на рынке.

Список литературы

1. Abili N. Subsea controls future proofing: A systems strategy embracing obsolescence management / N. Abili, R. Onwuzuluigbo, F. Kara // *Underwater technology*. – 2013. – Т. 31 – № 4. – С. 187–201.
2. Sandborn P. Forecasting electronic part procurement lifetimes to enable the management of DMSMS obsolescence / P. Sandborn, V. Prabhakar, O. Ahmad // *Microelectronics reliability*. – 2011. – Т. 51. – С. 392–399.
3. Wilkinson C. Obsolescence and life cycle management for avionics: DOT/FAA/TC-15/33 / C. Wilkinson. – Columbia, MD: Honeywell Aerospace, 2015. – <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/tc15-33.pdf>
4. Cretenet A. Obsolescence of electronics potential impact on subsea control from an operator's standpoint / A. Cretenet, L. Adriansen // *Subsea control and data acquisition: experience and challenges* – 2004. – Conference Data Services, Pau France. – С. 55–60.
5. MacCormac P. Getting proactive in the fight against obsolescence / P. MacCormac // *Engineering technology*. – 2003. – Т. 6. – С. 28.

Management of obsolescence in subsea production equipment during development of offshore fields

S.V. Grekov¹, O.A. Korniyenko¹, A.I. Novikov²

¹ Gazprom VNIIGAZ LLC, Bld. 1, Estate 15, Projektiruemyy proezd no. 5537, Razvilka village, Leninsky district, Moscow Region, 142717, Russian Federation

² Gazprom PJSC, Bld. 156, Moskovskiy prospect, St. Petersburg, 196105, Russian Federation

* E-mail: SGrekov@vniigaz.gazprom.ru

Abstract. Combination of significant sea depths and harsh ice conditions makes the task of field developing related to a major part of Russian offshore fields practically unsolvable without using subsea technologies. Along with such industries as nuclear energy, aviation, shipbuilding and military industry, subsea production system is required to ensure reliable operation over a long period of time, often exceeding 30 years. Obsolescence of equipment is an objective process for subsea production system, its uncontrolled development can lead to significant increase in the operating costs of oil and gas project.

To minimize risks associated with obsolete subsea equipment, long-term work plans at the field should include a set of special organizational measures to control this process. The article considers the main factors inducing obsolescence of subsea system equipment, defines the elements that are most susceptible to obsolescence. In conclusion, the main distinctive features of various process control strategies are formulated, and effective measures against obsolescence are recommended in the light of a stage of field development.

Keywords: offshore field, subsea production system, obsolescence, components, modernization, project management strategy.

References

1. ABILI, N., R. ONWUZULUIGBO, F. KARA. Subsea controls future proofing: A systems strategy embracing obsolescence management. *Underwater Technology*. 2013, vol. 31, no. 4, pp. 187–201. ISSN 0141-0814.
2. SANDBORN, P., V. PRABHAKAR, O. AHMAD. Forecasting electronic part procurement lifetimes to enable the management of DMSMS obsolescence. *Microelectronics Reliability*. 2011, vol. 51, pp. 392–399. ISSN 0026-2714.
3. WILKINSON, C. *Obsolescence and life cycle management for avionics: DOT/FAA/TC-15/33* [online]. Columbia, MD: Honeywell Aerospace, 2015. Available from: <http://www.tc.faa.gov/its/worldpac/techrpt/tc15-33.pdf>
4. CRETENET, A., L. ADRIANSEN. Obsolescence of electronics potential impact on subsea control from an operator's standpoint. In: *Subsea Control and Data Acquisition: Experience and Challenges – 2004*. Conference Data Services, Pau France, pp. 55–60.
5. MacCORMAC, P. Getting proactive in the fight against obsolescence. *Engineering Technology*. 2003, vol. 6, pp. 28.