

DOI: 10.15593/2224-9877/2017.2.03

УДК 621.624.131

С.Г. Бабаев¹, И.А. Габиев², С.В. Керимова¹¹ НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»,
Баку, Азербайджан² Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
Баку, Азербайджан

ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Разработана гипоциклоидальная модель формирования надежности изделий машиностроения. Модель предусматривает поэтапный принцип обеспечения, развития и сохранения необходимого уровня безотказности, долговечности, ремонтпригодности, монтажепригодности и сохраняемости изделий. Полный цикл формирования надежности включает шесть этапов: предпроектный, проектно-конструкторский, предпроизводственный, производственный, послепроизводственный и эксплуатационный. На каждом этапе решаются определенные задачи, необходимые для формирования надежности и перехода к следующим этапам.

На основе составных частей модели выделены сферы формирования и сохранения необходимого уровня надежности, рассмотрены этапы технологического и эксплуатационного наблюдения, а также эволюция модели, отражающая многократный цикл формирования надежности объекта в динамике. Этим выражена связь гипоциклоидальной модели с законом прогрессивной эволюции техники, так как основной общей их целью является необходимость устранения выявленных недостатков техники. Исходя из этого графически эволюция объекта техники в динамике представлена в виде цепочки гипоциклоид, у которых каждый цикл из шести этапов повторяется на новом, более высоком уровне, что определяет и новое содержание, соответствующее требованиям данного периода.

С учетом назначения и структуры объекта техники процесс его технической эксплуатации представлен как последовательная во времени смена различных состояний. Применительно к оборудованию, используемому для бурения нефтяных и газовых скважин, с учетом значительного числа последовательных во времени состояний и переходов, предложен граф каскадного типа процесса технической эксплуатации объекта. В предложенном графе учтены: монтаж оборудования на точке эксплуатации; приведение его в состояние готовности к эксплуатации; использование объекта по назначению; периодическое его диагностирование; состояние ожидания технического обслуживания; плановые и неплановые текущие ремонты, агрегатно-узловые и капитальный ремонты. Кроме того, для отдельных видов оборудования учтены: демонтаж его после завершения эксплуатации на точке; транспортирование; подготовка к монтажу на новой точке или поступление агрегатов или установки в целом в резерв; хранение или поступление их в любое из выделенных состояний на различные точки эксплуатации.

В качестве примера приведены выборки соответствующих траекторий из графа состояний и переходов. Показано, что в целом число возможных траекторий по каскадному графу значительно и что выбор их связан с постановкой задач. Предложенная на основе полученных графов методика позволяет непрерывно выполнять работы по повышению надежности от изделия-аналога к новому изделию.

Ключевые слова: машиностроение, графическая модель, качество, надежность, работоспособность, наследственность, гипоциклоидальная модель, формирование надежности, системный подход, эволюция, каскадный граф, буровая установка.

S.H. Babayev¹, I.A. Habibov², S.V. Kerimova¹

¹ Science and Researches Institute of Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry, Baku, Azerbaijan Republic

² Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan Republic

GRAPHIC MODEL OF RELIABILITY FORMING FOR MECHANICAL ENGINEERING PRODUCTS

The hypocycloidal model of reliability forming for machinery products is developed. This model allows to provide phased forming, development and keeping of required level of reliability, durability, maintainability and storability for machinery products. The full cycle of reliability forming process includes six stages: pre-project stage, project and design stage, pre-production stage, production stage, post-production stage and operational stage. There are specific questions that are to be decided on every peculiar stage, what is necessary for creating and keeping the required reliability level and to pass from the previous stage to the next one.

Based on component parts of this model the appropriate sectors for forming and conservation of required reliability level are highlighted; the stages of manufacturing and operational heredity are described, and the evolution of the model illustrating a repeated cycle of reliability forming process in dynamic is represented. This is how the hypocycloidal model is interconnected with the law of technics progressive evolution, showing that the general feature of them both is a necessity to eliminate all revealed defects of a product. In accordance with mentioned above, the graphical representation of technic object's evolution is provided as a chain of hypocycloids, which have every cycle of six stages repeated on a new and higher level. Accordingly, it determines a renewed content, which will meet the requirements of a given time period.

Taking into account a destination and structure (composition) of technical objects, the process of its technical operation can be represented as a sequential change of various states placed in time dependence. In application to equipment used for oil and gas well drilling, including considerable amount of its states and transitions, the cascade graph of technical operation process for these objects is provided. The represented graph includes mounting the object at a site of operating point; bringing it into condition of operational readiness; usage as intended; periodic execution of performance diagnostics; technical maintenance await condition; scheduled and unscheduled current repairs; unit-based servicing and major repairs. Besides, for particular types of equipment the next features have also been taken into consideration: dismantling and subsequent disassembly at operating point; transportation; preparing for installation at new location or placing the unites or the entire installation into reserve; their storage and delivery into any operational state at another location.

As an example, the samples of according trajectories selected from states and translations graph are represented. The amount of probable trajectories through the cascade graph and their concrete selection are highly dependent on a problem statement. Based on the obtained graphs the proposed techniques provides implementation of work on improvement of reliability level continuously, from a product-analog to a new product.

Keywords: machine engineering, graphic model, quality, reliability, workability, heredity, hypocycloid model, reliability forming, system approach, evolution, cascade graph, drilling rig.

Для дальнейшего развития отраслей машиностроения большое значение имеют прогрессивные организационно-технические и проектно-технологические направления по повышению ресурса выпускаемого оборудования, обеспечению высокой надежности и эксплуатационной технологичности.

Потребительские достоинства современного машиностроительного изделия формируются последовательно на этапах исследования, проектирования, производства и эксплуатации. Неточности, допущенные на любом этапе, приводят к снижению уровня надежности, а следовательно, и эксплуатационных показателей.

Таким образом, проблема обеспечения надежности изделий машиностроения, обусловленная процессами их создания и использования, сложна и многогранна, а во взаимосвязи всех влияющих факторов выявляется необходимость их регулирования (управления). При этом одним из важнейших путей обеспечения необходимого уровня надежности является системный подход к исследованию и установлению конечных свойств объекта в зависимости от его свойств на предшествующих этапах.

В работах А.М. Дальского [1], П.Н. Ящерицына [2] и др. показано, что подобная система может быть наглядно представлена с помощью графов, иллюстрирующих формирование процесса, свойств, явлений и их связей. Было учтено, что интенсивность процессов утраты работоспособности деталей узлов трения машин зависит от структуры поверхностных слоев металла, физико-механических свойств и напряженного состояния материала деталей сопряжений, от точности размеров, макро- и микрогеометрии трущихся поверхностей. Отмечено также, что перечисленные факторы обуславливаются всей последовательностью технологических операций при изготовлении, видом нагрузочных воздействий, температурой в зоне трения, загрязненностью среды и др.

Позднее, в работах [3, 4], сущность явлений технологической и эксплуатационной наследственности была рассмотрена также с учетом наступления предельного состояния деталей – при их восстановлении путем различных технологических воздействий на поверхностные слои материала.

При исследовании эксплуатационной технологичности сложных систем чаще всего применяется структурный анализ. Для наглядности структуры представляются в виде графов [1, 5] и различных технико-экономических моделей [6].

Применительно к задачам функциональной надежности используются двумерные стохастические процессы восстановления [7], что позволяет определить различные характеристики модели в координатах наработка – затраты (например, в человеко-часах) с нахождением

таких соотношений, как среднее число восстановлений за заданное время и различного рода коэффициенты (например, для оценки доступности).

Целью данного исследования является разработка графической модели, отображающей цикл развития качества (надежности). Такая модель и разработанная на ее основе система поэтапного формирования надежности наиболее соответствуют условиям и особенностям изделий машиностроения.

Исходя из положений теорий технологической и эксплуатационной наследственности, позволяющих раскрыть механизм взаимосвязи качества изготовления и эксплуатационных характеристик деталей машин, разработана графическая модель, изображающая цикл развития качества (надежности) по гипоциклоиде (рис. 1) [8].

Комплекс работ, замкнутых в одну петлю, составляет определенный этап, осуществление которого представляет собой законченное и обязательное звено в общем цикле работ.

Всего в цикле шесть этапов: I – предпроектный, II – проектно-конструкторский, III – предпроизводственный, IV – производственный, V – послепроизводственный и VI – эксплуатационный (см. рис. 1).

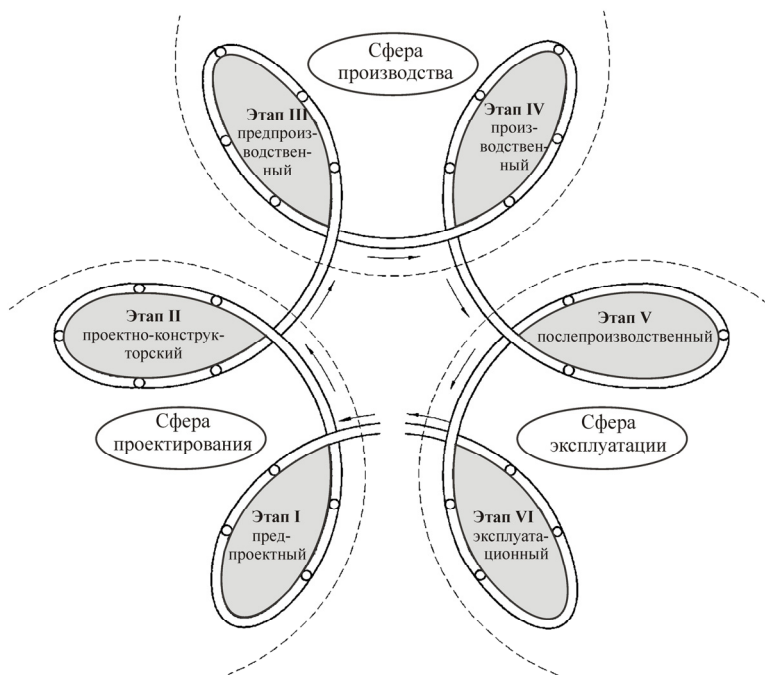


Рис. 1. Гипоциклоидальная модель формирования надежности

Отдельные этапы гипоциклоидаальной модели, применительно к конкретным изделиям нефтяного машиностроения, подробно изложены в работах [9, 10]. Эффективность применения данной модели отмечается и в трудах других авторов (например, в работе [11]).

Графы, характеризующие каждый из этапов цикла, по своей сущности сходны с циклическими графами технологического наследования. В качестве примера соответствующий граф, как составная часть гипоциклоидаальной модели, приведен в работе [8].

Свойства любого изделия проявляются в процессе его эксплуатации. Какими бы начальными свойствами ни обладало изделие, в процессе эксплуатации накапливаются необратимые изменения в деталях и сопряжениях. Эти изменения порождаются износом, деформациями, коррозией и т.д. В одном механизме и даже в одной детали эти процессы налагаются, взаимодействуют и в конечном счете вызывают предельно допустимое изменение рабочих характеристик и приводят к отказу.

В этих условиях всестороннее решение проблемы поддержания и восстановления работоспособности объекта возможно только на основе системного, а следовательно, и научного подхода. Системный подход выражается в разработке и практической реализации комплекса взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования.

Системный подход предусматривает такую организацию работ, при которой реализуются основные принципы управления, т.е. упорядоченного и целенаправленного воздействия на объекты: диагностирование, техническое обслуживание и ремонт на всех уровнях и стадиях функционирования системы. Системный подход заключается также и в научно обоснованном анализе и оценке своевременного потребного ремонта, его структуры и технологии, в комплексном изучении его технического уровня и организации, исполнения и экономики с позиций обеспечения постоянной исправности объекта для заданных условий эксплуатации при минимальных затратах трудовых и материальных ресурсов.

Гипоциклоидаальная модель формирования надежности изделий машиностроения предусматривает поэтапный принцип обеспечения, развития и сохранения безотказности, долговечности, ремонтпригод-

ности, монтажепригодности и сохраняемости объектов. Важным и существенным признаком подобной модели является наглядность отображения ее содержания, необходимая для правильного понимания ее закономерностей, принципа организации целенаправленных мероприятий по управлению надежностью объекта на всех этапах.

Исходя из содержания гипоциклоидальной модели формирования надежности можно отметить следующие наиболее важные ее особенности и закономерности.

Полный цикл формирования уровня надежности объекта состоит из шести четко выраженных этапов, каждый из которых, являясь неразрывным звеном в общей цепи, представляет определенное направление действий. На каждом этапе решаются конкретные задачи, необходимые для перехода к следующему этапу. Таким образом, гипоциклоидальная модель наглядно отображает одновременно обособленность этапов, очерченных характерной петлей, и их единство, взаимосвязь, выраженные в неразрывности всех этапов.

Каждый этап складывается из определенной совокупности мероприятий, определяющих формирование надежности рассматриваемого изделия. При этом последняя стадия каждого этапа представляет исходную информацию для начальной стадии следующего этапа.

Шесть этапов модели можно рассматривать укрупненно, выделяя три основные сферы формирования и сохранения необходимого уровня надежности (см. рис. 1): проектирования (I и II этапы), изготовления (III и IV этапы) и эксплуатации (V и VI этапы). Такое укрупнение повышает наглядность модели в целом, показывает ее структуру в пределах всего цикла формирования надежности. Именно наглядность в совокупности всех сфер и этапов модели является одним из ее важных достоинств, отличающих ее от многих структурных граф и схем управления надежностью.

Цикл модели начинается и заканчивается этапами, практически сходным по содержанию, а именно исследованием функциональной надежности и накоплением статистической информации об отказах изделий. Этим определяется замкнутость циклов, непрерывность выполнения разработок по формированию надежности от изделия к изделию и от этапа к этапу, так как задача улучшения, совершенствования и обновления техники не может ограничиться одним циклом работ. Сходство задач первого и последнего этапов указывает и на преемствен-

ность разработок и информации. Этим предопределяется оптимальная увязка предыдущих разработок с последующими.

Однако, несмотря на общность задач, уровень и объем информации на последнем этапе выше, чем на первом, за счет появления дополнительных данных об условиях эксплуатации и связанных с ними новых требований к конструкции, ее качеству, надежности.

Тем самым выражается также связь гипоциклоидальной модели с законом прогрессивной эволюции техники [12], так как в обоих слу-

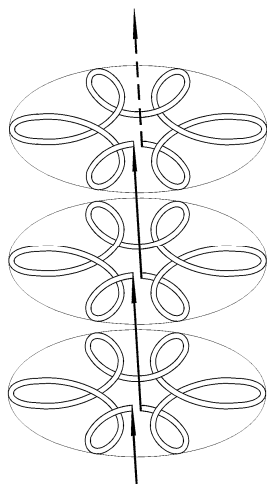


Рис. 2. Эволюция объекта техники в динамике

чаях переход к новым поколениям рассматриваемого объекта техники (ОТ) вызывается необходимостью устранения выявленных его недостатков. Следовательно, при рассмотрении эволюции ОТ в динамике [13] модель можно представить в виде изображенной на рис. 2 цепочки гипоциклоид, у которых каждый цикл из шести этапов, повторяясь на новом, более высоком уровне, определяет и новое содержание, соответствующее требованиям данного периода времени.

В соответствии с законом прогрессивной эволюции техники при наступлении периода замедления развития либо ОТ заменяется принципиально новой системой, либо же продолжается его эксплуатация при сохранении достигнутого уровня эффективности [12].

В этом и выражается динамика развития ОТ (см. рис. 2), отображающая не только однократный цикл формирования его надежности, но и диалектическое развитие и совершенствование методов и характера разработок по повышению надежности данного оборудования.

Отмеченное особенно касается эксплуатационного этапа. Так, современная техника, применяемая для бурения скважин и добычи нефти и газа, характеризуется значительным многообразием и спецификой конструкций оборудования. Это связано прежде всего с условиями эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, особенностями конструкций и чрезвычайно многообразной номенклатурой сложных установок, наземного и подземного оборудования.

Таким образом, с учетом назначения и структуры (состава) объекта процесс его технической эксплуатации можно представить как

последовательную во времени смену различных состояний. Применительно к буровому и нефтепромысловому оборудованию к ним можно отнести: монтаж на точке эксплуатации; приведение в состояние готовности к эксплуатации; использование по назначению; периодическое выполнение диагностирования; состояние ожидания технического обслуживания (ТО); плановые и неплановые текущие ремонты (ТР), агрегатно-узловые и капитальный ремонты. Кроме того, для отдельных видов оборудования характерны: демонтаж объекта после завершения эксплуатации на точке; транспортирование; подготовка к монтажу на новой точке или поступление агрегатов или установки в целом в резерв; хранение или поступление их в любое из выделенных состояний на различные точки эксплуатации. Большая разбросанность точек эксплуатации, постоянная подвижность установок и другие особенности производственного процесса определяют требования, предъявляемые к эксплуатационной технологичности, и специфику оценки надежности применяемого оборудования.

При большом числе состояний изображение стохастического процесса в виде двумерной графической зависимости становится неудобным. Для этого предложена компактная графическая интерпретация рассматриваемого процесса в виде графа состояний и переходов процесса технической эксплуатации технического объекта, подвергающегося обслуживанию и ремонту [8].

С учетом отмеченного на рис. 3 приведен разработанный применительно к сложным объектам граф состояний и переходов каскадного типа (с прямыми и обратными связями) процесса технической эксплуатации установок для бурения глубоких скважин на нефть и газ, показывающий в общем виде все особенности их эксплуатации.

В качестве примеров рассмотрим выборки из графа состояний и переходов соответствующих траекторий (см. рис. 3):

1. Работа объекта (буровой установки) на точке эксплуатации без перерывов на выполнение внеплановых ТР (поз. 1); по завершении работы на точке демонтаж (поз. 8). Первое решение: доставка оборудования на новую точку эксплуатации (поз. 9), монтаж (поз. 10), предэксплуатационное ТО (поз. 11), готовность к работе (поз. 12). Второе возможное решение: передача оборудования в резерв (поз. 13) с последующим использованием.

2. Пребывание объекта (бурового насоса установки) в работе (поз. 1) с перерывами (поз. 2), связанными с технологией выполняемых работ (например, спуско-подъемными операциями), что при необходимости может быть использовано для выполнения запланированных ТО и ТР (поз. 3), в том числе для диагностики и дефектации (поз. 4). Дальнейшее решение: а) продолжение пребывания объекта в работе (поз. 1); б) ремонтные работы (поз. 5, либо 6, либо 7), предэксплуатационное ТО (поз. 11); готовность к работе (поз. 12); передача оборудования в резерв (поз. 13) или ввод в эксплуатацию (поз. 1).

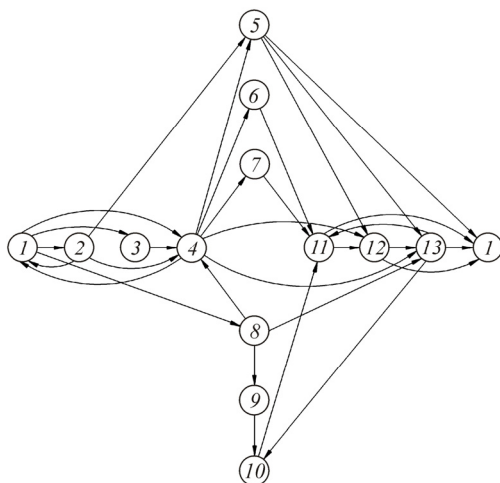


Рис. 3. Каскадный граф процесса эксплуатации оборудования, применяемого для бурения нефтяных и газовых скважин: 1 – пребывание объекта в работе; 2 – перерывы, связанные с технологией выполняемых работ; 3 – ожидание и выполнение плановых ТО и ТР; 4 – диагностика и дефектация; 5 – ТО и ТР по состоянию с доставкой запасных частей; 6 – агрегатно-узловой ремонт; 7 – капитальный ремонт; 8 – демонтаж оборудования в связи с завершением работы на точке эксплуатации, диагностика и ремонтно-восстановительные работы; 9 – доставка оборудования на новую точку эксплуатации; 10 – монтаж оборудования на новой точке; 11 – предэксплуатационное ТО; 12 – готовность к работе; 13 – пребывание в резерве

В целом же число возможных траекторий по каскадному графу значительно; выбор их естественно связан с постановкой задач.

Основные закономерности процесса технической эксплуатации объекта-аналога выявляются на основе анализа статистической информации. Кроме того, особое внимание должно уделяться вопросам

корреляционного анализа для установления влияния различных факторов на приспособленность объекта к заданному режиму обслуживания с учетом характеристик надежности систем, узлов и агрегатов.

Таким образом, разработанные методические основы применения гиподиагональной модели формирования надежности изделий машиностроения, состоящей из замкнутых циклических графов, позволяют непрерывно планировать и выполнять работы по повышению надежности от изделия-аналога к новому изделию от этапа к этапу. Наряду с этим полученный граф состояний и переходов процесса технической эксплуатации на примере сложного объекта – установки глубокого бурения – позволяет раскрыть структуру и характеристику отдельных состояний процесса, смоделировать оперативное техническое обслуживание и ремонтные формы, а при необходимости и периодические демонтажно-монтажные и другие работы.

Список литературы

1. Дальский А.М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин. – М.: Машиностроение, 1975. – 223 с.
2. Ящерицын П.И., Рыжов Э.В., Аверченков В.И. Технологическая наследственность в машиностроении. – Минск: Наука и техника, 1977. – 256 с.
3. Бабаев С.Г., Кадилов А.Д. О значении технологической и эксплуатационной наследственности при выборе метода восстановления деталей // Механика. Машиностроение. – 2002. – № 2. – С. 37–40.
4. Бабаев С.Г. О механизме эксплуатационной наследственности до и после восстановления изношенных деталей нефтепромыслового оборудования // Нефть и газ Западной Сибири: материалы междунар. конф. – Тюмень, 2011. – Т. 1. – С. 71–73.
5. Бабаев С.Г., Левицкий Р. Ремонтная технологичность нефтепромыслового оборудования. Обзорная информация / ЦИНТИхимнефтемаш. – М., 1990. – 56 с.
6. Хазов Б.Ф., Дидусев Б.А. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
7. Техническая эксплуатация летательных аппаратов / Н.Н. Смирнов, Н.И. Владимиров, Ж.С. Черненко [и др.]; под ред. Н.Н. Смирнова. – М.: Транспорт, 1990. – 423 с.
8. Бабаев С.Г., Габитов И.А., Меликов Р.Х. Основы теории надежности нефтепромыслового оборудования: учебник / под общ. ред. С.Г. Бабаева. – Баку: АГНА, 2015. – 400 с.
9. Бабаев С.Г., Керимова Л.С. Повышения качества и надежности нефтепромыслового оборудования. – Баку: Элм, 1996. – 560 с.
10. Керимова Л.С. Методы формирования условных подсистем для поэтапного повышения надежности нефтепромыслового оборудования // Надежность и сертификация оборудования для нефти и газа. – 2000. – № 4. – С. 34–36.
11. Владимиров А.И., Кершенбаум В.Я. Конкурентоспособность и проблемы нефтегазового комплекса / Нац. ин-т нефти и газа. – М., 2004. – 640 с.

12. Некрасов Н.А., Некрасов С.И. Философия техники: учебник. – М.: МИИТ, 2010. – 164 с.

13. Шпаковский Н.А. Деревья эволюции. Анализ технической информации и генерация новых идей. – М.: Триз-профи, 2006. – 245 с.

References

1. Dal'skii A.M. Tekhnologicheskoe obespechenie nadezhnosti vysokotochnykh detalei mashin [Technological support of reliability of high-precision details of cars]. Moscow: Mashinostroenie, 1975, 223 p.

2. Iashcheritsyn P.I., Ryzhov E.V., Averchenkov V.I. Tekhnologicheskaia nasledstvennost' v mashinostroenii [Technological heredity in mechanical engineering]. Minsk: Nauka i tekhnika, 1977, 256 p.

3. Babaev S.G., Kadirov A.D. O znachenii tekhnologicheskoi i ekspluatatsionnoi nasledstvennosti pri vybore metoda vosstanovleniia detalei [About value of technological and operational heredity at the choice of a method of restoration of details]. *Mekhanika. Mashinostroenie*, 2002, no. 2, 37–40 pp.

4. Babaev S.G. O mekhanizme ekspluatatsionnoi nasledstvennosti do i posle vosstanovleniia iznoshennykh detalei neftepromyslovogo oborudovaniia [About the mechanism of operational heredity before restoration of worn-out details of the oil-field equipment]. *Neft' i gaz Zapadnoi Sibiri: materialy mezhdunarodnoi konferentsii*. Tiumen', 2011. Vol. 1, 71–73 pp.

5. Babaev S.G., Levitski R. Remontnaia tekhnologichnost' neftepromyslovogo oborudovaniia. Obzornaia informatsiia [Repair technological effectiveness of the oil-field equipment. Survey information]. Tsentral'nyi nauchno-issledovatel'skii institut nauchno-tekhnicheskoi informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniu po khimicheskomu i neftianomu mashinostroeniiu. Moscow, 1990, 56 p.

6. Khazov B.F., Didusev B.A. Spravochnik po raschetu nadezhnosti mashin na stadii proektirovaniia [The reference book on calculation of reliability of cars at a design stage]. Moscow: Mashinostroenie, 1986, 224 p.

7. Smirnov N.N., Vladimirov N.I., Chernenko Zh.S. Tekhnicheskaiia ekspluatatsiia letatel'nykh apparatov [Technical operation of aircraft]. Ed. N.N. Smirnova. Moscow: Transport, 1990, 423 p.

8. Babaev S.G., Gabibov I.A., Melikov R.Kh. Osnovy teorii nadezhnosti neftepromyslovogo oborudovaniia: uchebnik [Bases of the theory of reliability of the oil-field equipment: textbook]. Ed. S.G. Babaeva. Baku: AGNA, 2015, 400 p.

9. Babaev S.G., Kerimova L.S. Povysheniia kachestva i nadezhnosti neftepromyslovogo oborudovaniia [Improvement of quality and reliability of the oil-field equipment]. Baku: Elm, 1996, 560 p.

10. Kerimova L.S. Metody formirovaniia uslovnykh podsystem dlia poetapnogo povysheniia nadezhnosti neftepromyslovogo oborudovaniia [Methods of formation of conditional subsystems for stage-by-stage increase in reliability of the oil-field equipment]. *Nadezhnost' i sertifikatsiia oborudovaniia dlia nefti i gaza*, 2000, no. 4, 34–36 pp.

11. Vladimirov A.I., Kershenbaum V.Ia. Konkurentosposobnost' i problemy neftegazovogo kompleksa [Competitiveness and problems of an oil and gas complex]. Natsional'nyi institut nefti i gaza. Moscow, 2004, 640 p.

12. Nekrasov N.A., Nekrasov S.I. *Filosofia tekhniki: uchebnik* [Equipment philosophy: textbook]. Moscow: Moskovskii gosudarstvennyi universitet putei soobshcheniia Imperatora Nikolaia II, 2010, 164 p.

13. Shpakovskii N.A. *Derev'ia evoliutsii. Analiz tekhnicheskoi informatsii i generatsiia novykh idei* [Evolution trees. Analysis of technical information and generation of the new ideas]. Moscow: Trizprofi, 2006, 245 p.

Получено 28.02.2017

Об авторах

Бабаев Сабир Габиб оглы (Баку, Азербайджан) – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Азербайджанской Республики, заведующий проблемной лабораторией НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»; e-mail: professor_1k@mail.ru.

Габибов Ибрагим Абульфас оглы (Баку, Азербайджан) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной и компьютерной графики Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности; e-mail: h.ibo@mail.ru.

Каримова Сабина Владимировна (Баку, Азербайджан) – младший научный сотрудник лаборатории НИИ «Геотехнологические проблемы нефти, газа и химия»; e-mail: sabina.v.karimova@gmail.com.

About the authors

Sabir H. Babayev (Baku, Azerbaijan Republic) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of Azerbaijan Republic, Head of Problem Laboratory, Scientific Researches Institute of Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry; e-mail: professor_1k@mail.ru.

Ibrahim A. Nabibov (Baku, Azerbaijan Republic) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Engineering and Computer Graphics, Azerbaijan State Oil and Industry University; e-mail: h.ibo@mail.ru.

Sabina V. Karimova (Baku, Azerbaijan Republic) – Junior Researcher, Problem Laboratory, Scientific Researches Institute of Geotechnological Problems of Oil, Gas and Chemistry; e-mail: sabina.v.karimova@gmail.com.