

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

УДК 351/354

РИСК ПОТЕРИ НАВЫКА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПИЛОТАМИ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

Головнин С.М.

*Авиакомпания «Волга—Днепр»,
ул. Карбышева, 14, Ульяновск, 432072, Россия
e-mail: xplane.manual@gmail.com*

Статья посвящена проблеме человеческого фактора (ЧФ) и влиянию тренировок курсантов (начинающих пилотов) на безопасность полетов. Рассматривается значимость упражнений, о которых заведомо не известно курсантам в процессе тренировки, их влияние на общую подготовку и скорость принятия решений пилотами гражданской авиации. Приводятся результаты моделирования тренировки курсантов с учетом неожиданных для них упражнений в виртуальной среде пилотирования, рассматриваются риски потери навыка решения проблем в условиях неопределённости с учетом влияния человеческого фактора на безопасность полетов и процесс подготовки курсантов гражданской авиации. Рассматриваются основные тренды в процессе подготовки пилотов гражданской авиации, и приводится теоретическое обоснование результатов моделирования ситуации с помощью виртуальной среды пилотирования. Результаты исследования представлены в графическом виде с использованием статистического прогнозирования. Приводится статистика распределения факторов опасности по трем основным составляющим: человек, машина, среда — и объяснение статистических показателей по данным направлениям за прошедшие десятилетия в гражданской авиации. Упомянуто о возможности и важности отработки нештатных ситуаций на воздушных судах с помощью виртуальной среды пилотирования, когда риск реального нанесения ущерба сведен к минимуму. Приводится формула расчета вероятности совершения ошибок пилотами гражданской авиации в процессе выполнения полетов на воздушных судах, предлагаются способы повышения уровня безопасности полетов путем корректировки программ подготовки авиационных специалистов.

Ключевые слова: безопасность полетов, управление рисками, управление качеством, виртуальная среда, подготовка авиационных специалистов, моделирование полетов, человеческий фактор в гражданской авиации.

Введение

Современная авиатранспортная система характеризуется большой зависимостью от человека, безопасное функционирование всех ее элементов напрямую определяет тот самый человеческий фак-

тор, играющий большую роль в управлении и поддержании стабильности всей системы. С течением времени и развитием авиационной промышленности роль человеческого фактора в авиационных происшествиях в значительной степени изменяет-

ся, и, если на первых воздушных судах, которые были сложны в управлении и ненадежны, доля человеческого фактора составляла 5–7%, в середине прошлого века — примерно 50%, то в настоящее время доля человеческого фактора составляет около 80% с тенденцией к увеличению. Можно предположить, что через 30 лет доля человеческого фактора будет составлять 90–95% [1] (рис. 1).

Это процесс закономерный как в нашей стране, так и во всем мире и объясняется следующим:

— начало XX века: большое количество авиационных происшествий — неблагоприятные внешние условия, технический фактор и человеческий фактор;

— середина XX века: количество летных происшествий растет — неблагоприятные внешние условия, человеческий фактор и технический фактор;

— начало XXI века: уменьшение влияния технического фактора и неблагоприятных внешних условий, увеличение роли человеческого фактора.

По концепции ICAO (Международная организация гражданской авиации) человеческий фактор — это люди в той обстановке, в которой они живут и трудятся, взаимодействуют с техникой, с другими людьми, с окружающей средой и документацией. В целом же деятельность человека всегда характеризуется некой степенью неопределенности, предугадать действия, последствия и варианты решения невозможно, особенно в ограниченный промежуток времени.

В современной гражданской авиации с целью снижения риска возникновения авиационного события активно внедряется Концепция управления ресурсами экипажа (CRM), учитывающая ЧФ, представляющая собой систему мер повышения безопасности и эффективности полетов с помощью правильного применения людских, технических и информационных ресурсов, а также улучшения взаимодействия как между членами экипажа, так и

экипажа с персоналом других компонентов системы. CRM — это инструмент практического применения принципов, учитывающих ЧФ. Данный подход к взаимодействию членов экипажа берет свое начало с 1940-х годов в военной авиации США. За рубежом анализ взаимодействия членов экипажа строился следующим образом:

1940-е — первое упоминание о CRM в военной авиации США;

1970-е — развитие темы способностей и ограничений при выполнении полетов;

1980-е — pilot judgment (логика пилота); ADM — airman decision making (принятие решений);

1980-е — внедрение технологий cockpit resource management (управление ресурсами кабины экипажа);

2000-е — развитие направления risk management (управление риском); threat management (предупреждение возникновения опасных условий); company resource management (управление ресурсами авиакомпании).

В России данный вопрос стал наиболее актуальным в 2000-х годах, с развитием системы управления безопасностью полетов в отечественных авиакомпаниях, что потребовало пересмотра программы подготовки и разработки методических рекомендаций по выполнению полетов в условиях тренажерной подготовки. Однако вопрос о внезапном развитии аварийной ситуации так и не был рассмотрен и не был включен в программу подготовки.

Человеческий фактор как причина авиационного события подразумевает неспособность человека своевременно вмешаться в развивающуюся или создающую аварийную ситуацию с целью избежания или минимизации последствий этого события [2].

Одной из важнейших характеристик человека является время его реакции. В общем виде время реакции — это время, которое проходит от начала появления раздражителя до окончания двигатель-



Рис. 1. Развитие роли человеческого фактора в авиатранспортной системе

ного ответа. В гражданской авиации способность реагировать на раздражители (сигналы, команды диспетчеров управления воздушным движением, ситуации в кабине воздушного судна) развивается на ранних этапах обучения в летных школах. Однако практическая отработка реакций на события, несомненно, играет важную роль в развитии скорости реакции в условиях выполнения реальных полетов.

Для этой цели программы обучения курсантов включают в себя задания на тренировку с перечнем событий, которые отрабатываются на тренажерах и подразумевают возникновение правильной реакции у курсанта во избежание развития аварийной ситуации.

Однако, проводя занятия с курсантами, которым предстоит осваивать новый тип воздушного судна (ВС) после окончания обучения в летной школе, заметили, что в случае проведения серии однотипных тренировок курсанты начинают предугадывать ситуацию, которая будет задаваться инструктором тренажера и развиваться в процессе проведения тренировок.

Почему так происходит?

Программа подготовки курсантов предусматривает типовые упражнения и ситуации на тренажере, которые должны быть отработаны. Данный перечень утверждается в компаниях и учебных заведениях [3]. Это хорошая, рекомендованная практика и соблюдение требований законодательства. Курсанты и начинающие пилоты всегда могут ознакомиться с заданием на тренировку и быть готовы к развитию различных сценариев. Конечно, в подобных заданиях на тренировку есть доля упражнений и ситуаций, которые задаются инструктором неожиданно. Но и тут присутствует риск появления закономерностей и предугадывания курсантом событий. К примеру, было выявлено, что упражнение «пожар одного двигателя» всегда включается при ясной погоде и в условиях незначительного ветра (CAVOK). Поэтому, когда после выполнения упражнений по взлету и посадке в условиях сильно ограниченной видимости инструктор задает отличные погодные условия, пилоты, находящиеся на тренажере, объявляют друг другу, что, скорее всего, сейчас будет упражнение с отказом двигателя.

Таким образом, пропадает эффект неожиданности, а ведь отказы или прочие сложные ситуации, которые могут возникнуть в полете, невозможно предсказать в условиях реального полета [4].

Предугадывание в процессе обучения возможного сценария развития ситуации в полете способно существенно притупить у пилота навык быстрого

реагирования и решения неожиданно возникающих проблем и снизить потребность в анализе для верного принятия решений относительно той или иной ситуации. Как следствие, основной навык пилота «лететь впереди самолета на несколько секунд» будет притуплен и впоследствии останется без развития, что скажется на дальнейшей безопасной эксплуатации воздушных судов.

Моделирование и анализ проблемы

Виртуальная среда пилотирования характеризуется современными разработками в области искусственного интеллекта, что позволяет на сегодняшний день задать случайно время отказа/возникновения сложной ситуации, и в том числе случайно выбрать ситуацию из широкого перечня [7]. Для того чтобы сузить временные рамки возникновения ситуации и сценария ее развития, можно задать временные рамки, к примеру: с 4-й по 8-ю минуту полета, или на высоте от 200 до 1400 футов, или при захвате глиссадного луча при выполнении посадки.

Однако подготовить человека к действию в неопределенной ситуации, развить навыки поиска решения проблем возможно, смоделировав условия неопределенности в процессе проведения тренировок. Действия в условиях неопределенности заставляют пилота искать варианты решения, предугадывать последствия принятых решений и оценивать огромное количество информации в сжатые промежутки времени. В данном контексте неопределенность понимается как «отсутствие информации о вероятности наступления авиационного события», иными словами, моделируется ситуация, когда пилот не может оценить вероятность наступления события и поиск решения по устранению последствий события будет происходить в реальном времени.

Классическая формула вероятности события выглядит следующим образом: $V = n/M$, где V — вероятность, n — количество событий, M — единица измерения времени, например количество летных часов или количество полетов [5]. В процессе выполнения тренировки значение M известно и задано продолжительностью тренировки. Значение n зачастую также известно из задания на тренировку, и пилоты, изучая программу подготовки, уже понимают, сколько событий и какого рода будет возникать в процессе тренажерной подготовки [6]. Для того чтобы сделать переменную V и, как следствие, вероятность наступления события неизвестными, необходимо сделать неизвестной для пилотов переменную n , т.е. количество и характер событий.

Моделирование

Для моделирования подобной ситуации с курсантами на тренажере был проведен следующий эксперимент: 10 курсантов проходили в общей сложности 20 тренировок, из них при 10 тренировках они знали, что будет запланировано моделирование столкновения с птицей (имитация разбитого остекления), а в 10 других случаях в задании на тренировку не было обозначено, что планируется отработка столкновения с птицей. Результаты фиксировались следующим образом: фиксировались номер тренировки и количество человек, которые не смогли правильно выполнить процедуры при столкновении с птицей (имитация разбитого остекления).

Условия тренировки: модель ВС Cessna 172, погода: штиль, САВОК (видимость без ограничений), дневное время суток, в каждой тренировке столкновение имитировалось в случайный отрезок времени полета по кругу (курсант не знал, когда и на каком этапе произойдет столкновение).

В первую очередь выполнялись тренировки с условием, что курсанты не знают, что в тренировке будет имитация столкновения (табл. 1).

Наблюдается тенденция снижения количества человек, допустивших ошибку в пилотировании. Это объясняется адаптацией курсантов к ситуации и концентрацией внимания, а также привлечением внутренних резервов знаний и уже полученного опыта, более последовательными действиями по устранению последствий ситуации.

Во вторую очередь выполнялись тренировки с условием, что курсанты знают, что в тренировке будет имитация столкновения (табл. 2).

Таблица 1

Количество ошибок при неизвестности событий

№ тренировки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество курсантов, допустивших ошибку ¹	10	8	7	8	9	6	4	3	2	2

Таблица 2

Количество ошибок при предугадывании событий

№ тренировки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Количество курсантов, допустивших ошибку ¹	4	3	2	0	3	5	6	8	8	10

¹ Под ошибкой подразумевается неспособность курсанта посадить ВС благополучно.

Таким образом, наблюдается обратная тенденция — увеличение количества человек, допустивших ошибку в пилотировании. Это объясняется расслабленным состоянием курсантов, считающих, что все под контролем и обязательно удастся справиться с аварийной ситуацией. Дальнейший рост количества ошибок объясняется возросшим стрессом: даже несмотря на то, что курсант заранее знает о проблеме, он не может с ней справиться, так как его знания и навыки не применяются, в силу психологической уверенности в том, что ситуация полностью под контролем и она запланирована. Также наблюдается рассеяние внимания с увеличением числа тренировок.

Обобщенные результаты эксперимента представлены на рис. 2. Линии тренда наглядно демонстрируют, как эффект неожиданности события позволяет снизить количество ошибок, побуждая курсанта акцентировать внимание на пилотировании и выполнении процедур.

Линия 1 — моделирование ситуации, когда курсанты НЕ знают о предстоящем столкновении; линия 2 — линия тренда.

Линия 3 — моделирование ситуации, когда курсанты знают о предстоящем столкновении; линия 4 — линия тренда.

Как видно из графика, линии тренда показывают, что в случае неожиданного введения моделирования столкновения количество курсантов, выполнивших тренировку с ошибкой, стремится к нулю, в то время как во втором эксперименте наблюдается тенденция увеличения количества ошибок.

Таким образом, заметна положительная тенденция при включении в тренировку упражнений, о которых курсанты не осведомлены заранее.

Выводы

Благодаря моделированию условий неопределенности в виртуальном пространстве (тренажер, симулятор) необходимые навыки можно развивать на земле, готовя пилота к действиям практически в любой ситуации, причем не важно, будет ли причиной ситуации человек, машина или среда. Навыки действия в условиях неопределенности в любом случае будут помогать пилотам принять верное решение и своевременно устранить возникшую проблему.

С учетом вышеизложенного, в условиях, когда все больше и больше успешное завершение полета зависит от человека, можно сделать вывод, что включение в программы тренажерной подготовки неожиданных сложных ситуаций, связанных с ана-

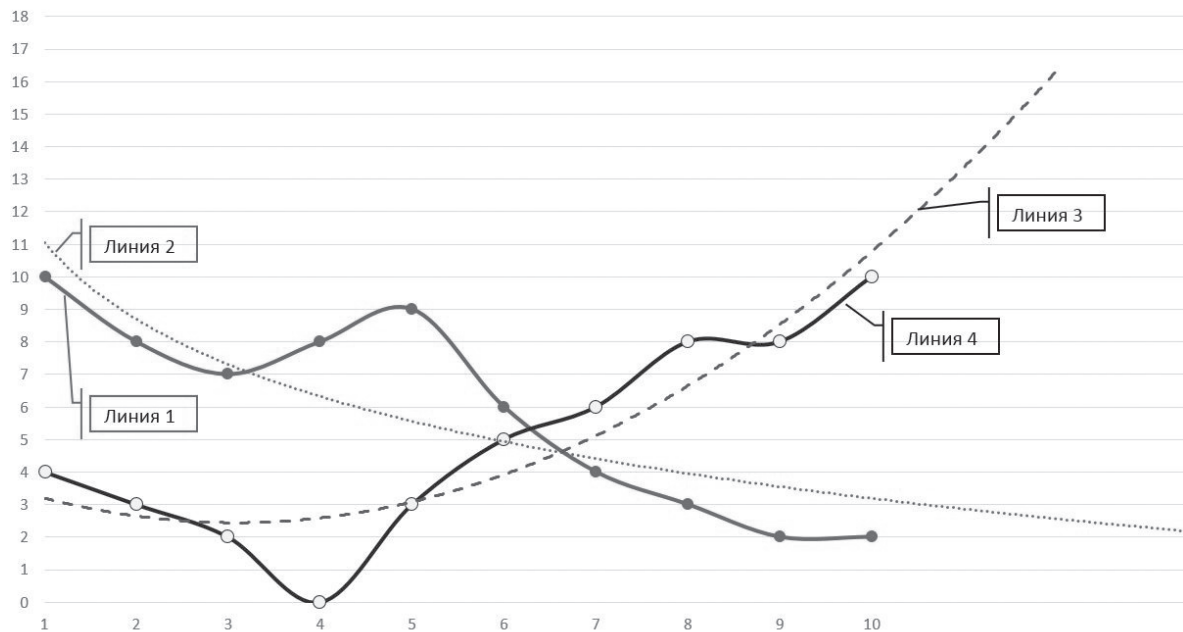


Рис. 2. Результаты моделирования

лизом и принятием решений экипажем, совершенно необходимо. Включение в программы подготовки летного состава отработки непредвиденных ситуаций (с эффектом неожиданного возникновения) положительно отразится на готовности экипажа воздушного судна оценивать ситуацию и принимать верные решения и, как следствие, улучшить показатели безопасности полетов.

Библиографический список

1. Овчаров В.Е. «Человеческий фактор» в авиационных происшествиях (методические материалы). — М.: Полиграф, 2005. — 80 с.
2. Плотников Н.И. Исследование состоятельности концепции «человеческого фактора» // Безопасность полетов. 2011. URL: <http://www.aviasafety.ru/files/articles/article02.pdf>
3. Писаренко В.Н. Надёжность полета // Вестник Московского авиационного института. 2016. Т. 23. № 1. С. 115-122.
4. Писаренко В.Н., Васильева И.А., Куликова М.С. Особенности выполнения полётов в районе аэродрома // Вестник Московского авиационного института. 2015. Т. 22. № 3. С. 40-46.
5. Добротворский Н.М. Летный труд: Конспект. — М.: НКВМ, 1930. — 75 с.
6. Зиньковская С.М. Рисковать профессионально. Системный взгляд на проблему человеческого фактора в опасных профессиях: Монография. — Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2006. — 514 с.
7. К истории отечественной авиационной психологии: документы и материалы / Под ред. К.К. Платонова. — М.: Наука, 1981. — 316 с.
8. Козлов В.В. Безопасность полетов: от обеспечения к управлению. — М.: Аэрофлот, 2010. — 270 с.
9. Пономаренко В.А. Страна Авиация — черное и белое. — М.: Наука, 1995. — 287 с.
10. Кобелев Н.Б., Половников В.А., Девятков В.В. Имитационное моделирование: Учебное пособие. — М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013. — 368 с.
11. Ошхунов М.М., Нагоев З.В. Математические модели деформируемых сред для интеллектуальных систем виртуального прототипирования. — Нальчик: Изд-во КБНЦ РАН, 2013. — 196 с.
12. Нагоев З.В. Онтонейроморфогенетическое моделирование // Известия КБНЦ РАН. 2013. № 3. С. 7.
13. Иванов П.М. Алгебраическое моделирование сложных систем. — М.: Наука — Физматлит, 1996. — 272 с.
14. Международный стандарт ИСО 8402-94. Управление качеством и обеспечение качества: Словарь, <http://stroysvoimirukami.ru/iso-8402-94/>
15. Управление качеством продукции: Международные стандарты ИСО 9000... ИСО 9004, ИСО 8402. — М.: Изд-во стандартов, 1988.
16. Международные стандарты: Сборник новых версий стандартов ИСО серии 9000. — М.: Изд-во ВНИИС Госстандарта России, 1995.
17. ГОСТ Р ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь, <http://docs.cntd.ru/document/1200015260>
18. ГОСТ 27002-89. Надежность в технике. Термины и определения, <http://docs.cntd.ru/document/1200004984>
19. ГОСТ 14.202-73 Единая система технологической подготовки производства. Правила выбора показателей технологичности конструкции изделий, <http://docs.cntd.ru/document/822906666>
20. Хофманн Д. Измерительно-вычислительные системы обеспечения качества / Пер. с нем. Л.М. Зака и др. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 272 с.

RISK OF PROBLEM SOLUTION SKILLS LOSS BY CIVIL AVIATION PILOTS IN UNCERTAINTY CONDITIONS

Golovnin S.M.

*Volga-Dnepr airlines,
14, Karbisheva str., Ulyanovsk, 432072, Russia
e-mail: xplane.manual@gmail.com*

Abstract

Modern air transportation system is characterized by the great dependence on human, all its elements safe functioning determine the very same “human factor” playing a big role in management and stability of the entire system. In the course of time and aviation industry development, the role of the human factor in aviation accidents is being varied considerably. If for old aircraft, which were difficultly controlled and unreliable the human factor share was 5–7%, in the middle of the last century it was about 50%, and at present of the human factor is about 80% with the uptrend.

To reduce the risk of an aviation event, the Concept of Crew Resources Managing (CRM), based on the provisions of the human factor, is being actively implemented in modern civil aviation. This is a system of measures aimed at enhancing flight safety and effectiveness by the right implementation of human, technical and information resources, as well improving interaction within the crew, and the crew with the personnel of the other CRM components. CRM is an of practical implementation of the human factor principles.

The human factor as the cause of aviation event implies the human inability to react (interfere with) timely to an evolving or created emergency situation to avoid or minimize of this event aftermath.

One of the most important characteristics of a person is the response time of his reaction. In general, the response time is the time that passes from the moment of the an irritant occurrence to the motional response ending. In civil aviation, the ability to respond to irritants (signals, air traffic controllers' commands, aircraft cabin situations) is instilled in the early stages of training in flight schools. However, the practical development of reactions to events undoubtedly plays an important role in the development of the reaction rate under real flight conditions.

For this purpose, training programs for cadets include tasks for training with a list of events, which are practiced on simulators and imply the occurrence of the

cadet's correct response to avoid an emergency situation development.

However, while delivering classes with cadets who are commissioned for a new type of aircraft after flight school graduation, it was noted that in the case of a series of one-type trainings, cadets began foresee a situation that would be set by the instructor and developed while training process.

Thus, the effect of “suddenness” vanishes, and after all, failures or other predicaments, which may occur in flight, cannot be predicted in real flight conditions.

This regularity and foreseeing the possible scenario of situation development is able to abate significantly the pilots skill to respond and solve the unexpected problems and reduce the need for analysis and correct decision-making regarding a particular situation. As a consequence, the pilot's main skill “to fly a few seconds ahead of the aircraft” will be blurred and will subsequently be left without development, which will affect the further safe aircraft operation.

The following experiment was conducted to simulate alike situation with the cadets on the simulator. Ten cadets underwent a total of twenty training sessions, of which in 10 training sessions they knew that a simulated collision with the bird (imitation of broken glass) would be planned, and in 10 other cases the task for training did not indicated the planned collision with a bird.

The results were being recorded as follows: the training number and the number of people who could not properly perform the procedures while collision with a bird (imitation of broken glass) were recorded.

Thanks to uncertainty conditions modeling in virtual space (training device, simulator), these skills can be developed on the ground, preparing the pilot for action in almost any situation, and it does not matter whether the situation is caused by a person, a vehicle, or environment. Skills of action in the face of uncertainty will help the pilots in any case to make right decision and eliminate the problem in time.

Keywords: flight safety, risks management, quality management, virtual environment, aviation specialists training, flight modeling, human factor in civil aviation.

References

1. Ovcharov V.E. "Chelovecheskii faktor" v aviatsionnykh proisshestviyakh ("Human factor" in aviation accidents), Moscow, Poligraf, 2005, 80 p.
2. Plotnikov N.I. *Bezopasnost' poletov*, 2011, available at: <http://www.aviasafety.ru/files/articles/article02.pdf>
3. Pisarenko V.N. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2016, vol. 23, no. 1, pp. 115-122.
4. Pisarenko V.N., Vasil'eva I.A., Kulikova M.S. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 40-46.
5. Dobrotvorskii N.M. *Konspekt Letnyi trud* (Abstract Flying labo), Moscow, NKVM 1930, 75 p.
6. Zin'kovskaya S.M. *Riskovat' professional'no. Sistemnyi vzglyad na problemu chelovecheskogo faktora v opasnykh professiyakh* (To take risks professionally. System view on the problem of the human factor in hazardous professions), Ekaterinburg, Ural'skii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, 2006, 514 p.
7. *K istorii otechestvennoi aviatsionnoi psikhologii: dokumenty i materialy* (On the history of Russian aviation psychology: documents and materials), Moscow, Nauka, 1981, 316 p.
8. Kozlov V.V. *Bezopasnost' poletov: ot obespecheniya k upravleniyu* (Flight Safety: from maintenance to management, Moscow, Aeroflot, 2010, 270 p.
9. Ponomarenko V.A. *Strana Aviatsiya - chernoe i beloe* (Country aviation - black and white), Moscow, Nauka, 1995, 287 p.
10. Kobelev N.B., Polovnikov V.A., Devyatkov V.V. *Imitatsionnoe modelirovanie* (Simulation), Moscow, KURS, NITs INFRA-M, 2013, 368 p.
11. Oshkhunov M.M., Nagoev Z.V. *Matematicheskie modeli deformiruemyykh sred dlya intellektual'nykh sistem virtual'nogo prototipirovaniya* (Mathematical models of deformable environments for virtual prototyping of intelligent systems), Nalchik, KBNTs RAN, 2013, 196 p.
12. Nagoev Z.V. *Izvestiya KBNTs RAN*, 2013, no. 3, p. 7.
13. Ivanov P.M. *Algebraicheskoe modelirovanie slozhnykh system* (Algebraic modeling of complex systems), Moscow, Nauka – Fizmatlit, 1996, 272 p.
14. *Mezhdunarodnyi standart ISO 8402-94. Upravlenie kachestvom i obespechenie kachestva: Slovar'* (International standard ISO 8402-94. Quality management and quality assurance: Dictionary), <http://stroysvoimirukami.ru/iso-8402-94/>
15. *Upravlenie kachestvom produktsii: Mezhdunarodnye standarty ISO 9000... ISO 9004, ISO 8402* (Product quality management: ISO 9000 international standards... ISO 9004, ISO 8402), Moscow, Standarty, 1988.
16. *Mezhdunarodnye standarty: Sbornik novykh versii standartov ISO serii 9000* (International standards: Compilation of new versions of ISO 9000 series standards), Moscow, VNIIS Gosstandarta Rossii, 1995.
17. *Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnye polozheniya i slovar', GOST R ISO 9000-2001* (Quality management system. Basic provisions and dictionary. State Standard 9000-2001), Moscow, Standarty, 2001, <http://docs.cntd.ru/document/1200015260>
18. *Nadezhnost' v tekhnike. Terminy i opredeleniya, GOST 27002-89* (Reliability in technology. Terms and definitions. State Standard 27002-89), Moscow, Standarty, <http://docs.cntd.ru/document/1200004984>
19. *Edinaya sistema tekhnologicheskoi podgotovki proizvodstva. Pravila vybora pokazatelei tekhnologichnosti konstruksii izdelii. GOST 14.202-73* (Unified system of technological preparation of production. Rules of selection of indicators of technological design of products. State Standard 14.202-73), Moscow, Standarty, <http://docs.cntd.ru/document/822906666>
20. Hofmann D. *Izmeritel'no-vychislitel'nye sistemy obespecheniya kachestva* (Measuring and computing systems of quality ensurance), Moscow, Energoatomizdat, 1991, 272 p.