

УДК 629.7.01: 658.511.2:658.562

doi: 10.32620/aktt.2020.4.11

В. В. КОКОТИНА, С. М. СТЕПАНЕНКО, В. Г. ХАРЧЕНКО

ГП «Ивченко-Прогресс», Запорожье, Украина

ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ВЫЯВЛЯЕМОЕ ПРИ НОРМОКОНТРОЛЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Роль «человеческого фактора» в авиации рассматривается в первую очередь как важнейшее условие, влияющее на уровень и состояние безопасности полетов любого рода летательных аппаратов. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) определяет «человеческий фактор» как приоритетный в сфере обеспечения безопасности полетов. На надежность и безопасность полетов оказывают влияние: качество подготовки авиационной техники к полету, качество изготовления, сборки, сдаточных и предполетных испытаний, качество конструирования летательных аппаратов, двигателей, качество разработки чертежей, сопутствующей технической и эксплуатационной документации. Отмечается, что в любой деятельности «человеческий фактор» проявляется ошибками, оплошностями и упущениями, или просчетами, которые допускает человек, выполняя свою работу. В теории взаимосвязи «человек-машина» предлагается система оценки производственной подготовленности и мастерства специалистов (и в частности, конструкторов) в разных режимах ведения работ, основывающаяся на таких понятиях, как «Навык», «Правило», «Знание». Влияние «человеческого фактора» на процесс проектирования оценивается по результатам нормоконтроля конструкторской документации (КД). Проведение нормоконтроля КД направлено на выявление ошибок, связанных с несоблюдением в разрабатываемых изделиях норм и требований, установленных стандартами; невыполнением требований по уровням стандартизации и унификации; невыполнением требований о рациональном использовании ограничительных номенклатур стандартизованных изделий, конструктивных норм, марок материалов, профилей и размеров проката и т. п. Проанализирована периодичность повторения однотипных ошибок, выявляемых при нормоконтроле, и показана необходимость периодического повторения знаний конструкторов. Отмечается, что наличие электронных баз данных, которыми через компьютерную сеть предприятия могут пользоваться конструктор-разработчик КД и все специалисты, которые ее согласовывают, существенно влияет на «человеческий фактор» в процессе проектирования.

Ключевые слова: человеческий фактор; проектирование; авиационный двигатель; нормоконтроль; ошибка; навык; база данных.

1. Человеческий фактор в авиации

В современном мире, когда взаимосвязь системы «человек – машина» стала массовым проявлением во всех сферах жизни, возникло целое научное направление исследований этой взаимосвязи – эргономика. Эргономика изучает человека в конкретных условиях его деятельности, связанной с использованием технических средств. Ее цель состоит в оптимизации предметного содержания, орудий, условий и процессов труда, в повышении их привлекательности и удовлетворенности человека трудом, в минимизации условий, приводящих к неправильным, ошибочным действиям человека.

В авиации «человеческий фактор» в первую очередь рассматривается как важнейшее условие, влияющее на уровень и состояние безопасности полетов любого рода летательных аппаратов. В системе «человек – авиационная техника» человек представляет собой наиболее гибкий, способный к

адаптации и важный элемент авиационной системы, однако и наиболее уязвимый с точки зрения возможности отрицательного влияния на функционирование этой системы. Начиная с 1984г., когда Международная организация гражданской авиации (ИКАО) выпустила первое издание руководства по предотвращению авиационных происшествий, «человеческий фактор» рассматривается как приоритетный в сфере обеспечения безопасности полетов. При этом, согласно рекомендациям ИКАО, особое внимание уделяется правильному восприятию ошибок, как неизбежному условию в деятельности человека.

В системе «человек – авиационная техника» человек должен занимать доминирующее положение, обеспеченное технологическими решениями и условиями труда, наиболее полно приспособленным к психофизиологическим характеристикам человека. Только при соблюдении этого базового условия обеспечивается максимальная эффективность, без-

опасность и комфорт деятельности человека. Нарушение этого условия влечет за собой сбой в работе рассматриваемой системы, с возможными неблагоприятными последствиями. Требование к человеку (пилоту) можно предъявлять тогда, когда техника будет соответствовать психофизиологическим возможностям человека. Необходимо, чтобы все конструктивные особенности самолета (устройство, двигатели и оборудование) обеспечивали реализацию летчиком максимальных возможностей самолета.

На надежность и безопасность полетов оказывают влияние: качество подготовки авиационной техники к полету, качество и работоспособность конструкций летательного аппарата, двигателей, систем и другого оборудования, которые обеспечиваются качеством изготовления, сборки, сдаточных и предполетных испытаний. И везде, в проведении этих работ на качество конечного результата влияет «человеческий фактор» каждой группы занятых в работах специалистов.

Безусловно, «человеческий фактор» играет свою роль и на начальной стадии создания авиационной техники – в процессе конструирования летательных аппаратов, двигателей и т.д.; при разработке чертежей, сопутствующей технической документации, эксплуатационной документации и др.

Таким образом, под «человеческим фактором» в авиации, в первую очередь, понимают условия, причины возникновения ошибочных действий летных экипажей, лиц, связанных с обеспечением и обслуживанием полетов в их взаимодействии с авиационной техникой, вызванные эргономическим несовершенством техники и несоответствием психофизиологическим возможностям указанных лиц. Но «человеческий фактор» имеет существенное значение и на всех предыдущих этапах создания авиационной техники, начиная с процессов конструирования.

2. Проявления человеческого фактора

В любой деятельности «человеческий фактор» проявляется ошибками, оплошностями и упущениями, или просчетами, которые допускает человек, выполняя свою работу.

Ошибки могут возникать в результате выполнения преднамеренных действий. То есть, приступая к выполнению работы человек имеет определенные намерения, или умысел, с целью достигнуть определенного результата. Намерение должно обладать двумя характеристиками: наличием осознания результата действия и наличием умственных средств, с помощью которых предполагается достижение этого результата.

Алгоритм установления преднамеренности поведения человека при выполнении целенаправленной работы, предложенный Джеймсом Ризоном [1], приведен на рис. 1.

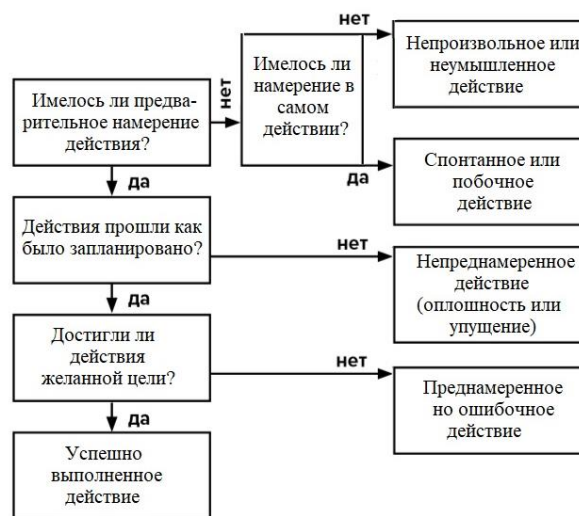


Рис. 1. Алгоритм установления преднамеренности поведения и действий (по Дж. Ризону)

На основе такого анализа можно прийти к заключению, что «ошибка» как термин применима только к преднамеренным действиям, так как именно при наличии намерения можно говорить о преднамеренных, но ошибочных действиях. Чтобы признаваться ошибкой, либо события должны пойти не по плану, либо запланированное не обеспечило нужного результата. То есть, ошибки – это общий термин для описания всех случаев, когда запланированная серия действий не дает ожидаемого результата. Оплошности и упущения – это ошибки на стадиях физического выполнения или неправильного исполнения последовательности действий, необходимых для достижения цели. Просчеты – это недостатки или небрежности в процессе постановки цели или при определении средств ее достижения независимо от точности выполнения или невыполнения действий. Таким образом, просчеты имеют непосредственное отношение к стадии планирования, а оплошности и упущения – к стадии фактического выполнения.

В теории взаимосвязи «человек-машина» предлагается система оценки производственной подготовленности и мастерства специалистов (и в частности, конструкторов) в разных режимах ведения работ, основывающаяся на таких понятиях, как «Навык», «Правило», «Знание».

Режим работы на базе навыков представляет собой вид поведения, которое не требует (или требует очень небольшого) сознательного контроля в

процессе выполнения действий посредством осознанно сформированного намерения и представления о результатах выполняемых действий. Такая работа происходит в режиме «автомата». Ошибки в данном режиме работы, как правило, имеют отношение к неизбежным недостаткам человеческих природных характеристик — таких как эмоции (спешка, задумчивость, усталость), или чувство ответственности (плотный график работы), или самоуверенность (исполнитель не рассчитал силы).

Режим работы на базе правил характеризуется подчиненностью установленным правилам и процедурам, которые являются частью рабочего опыта и которые извлекаются из памяти для выбора действий в знакомой рабочей ситуации. Ошибки этого режима в первую очередь сводятся к неправильной классификации и оценке рабочей ситуации. Результатом таких ошибок часто становится применение неверно подобранного правила, неадекватной или ложной процедуры.

Режим работы на базе знаний представляет собой режим мышления и умозаключений, который включается при решении новых, незнакомых рабочих задач и, при необходимости, при планировании и принятии решений в режиме реального времени посредством использования имеющегося в памяти знания и осознанных процедур анализа. Ошибки этого уровня происходят из-за неполноты знаний и ограниченности ресурсов.

Разумеется, в реальной жизни редко можно иметь дело исключительно с одним режимом выполнения работ. Чаще эти режимы перетекают друг в друга или пересекаются.

Любая профессиональная деятельность представляет собой сложный процесс и требует переработки большого объема информации. Для эффективной работы необходимо часть информации вывести из поля сознания и осуществлять ряд действий автоматически, на базе психомоторной памяти. Эту функцию и выполняет навык. Формирование профессиональных навыков идет не пассивно, а под влиянием системы специально организованной профессиональной подготовки. Формирование навыков можно представить в виде схемы, показанной на рис. 2.

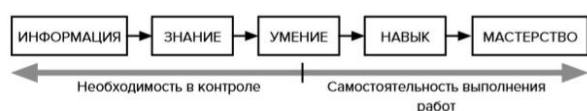


Рис. 2. Формирование навыков

Здесь: Информация — любые сведения, данные, сообщения; Знание — обладание информацией, форма социальной и индивидуальной памяти, результат

обучения, а также творческое измерение сознания; Умение — способность выполнять какое-либо действие по определенным правилам (при том что действие еще не достигло автоматизма); Навык — действие, сформированное путем повторения, характеризующееся высокой степенью освоения и отсутствием поэлементного сознательного регулирования и контроля; Мастерство — способность качественно выполнять работу в определенной сфере деятельности; высший уровень профессиональных умений в какой-либо области.

Постоянное повторение на практике — это основной способ закрепления навыка. Однако нельзя упускать из виду еще один важный психический процесс — забывание, которое представляет собой утрату способности вспоминать и воспроизводить ранее усвоенную информацию. Навык — это информация, автоматизированная в действии, поэтому и его утрата отчасти определяется процессом забывания информации.

Согласно кривой забывания, или кривой Эббингауза (получена вследствие экспериментального изучения памяти немецким психологом Германом Эббингаузом в 1885 году) [2], уже в первый час после запоминания теряется 60% информации, 65% забывается в течение 10 часов, 80% — через шесть дней. Иными словами, сначала информация забывается очень быстро, а затем скорость забывания экспоненциально падает (рис. 3).

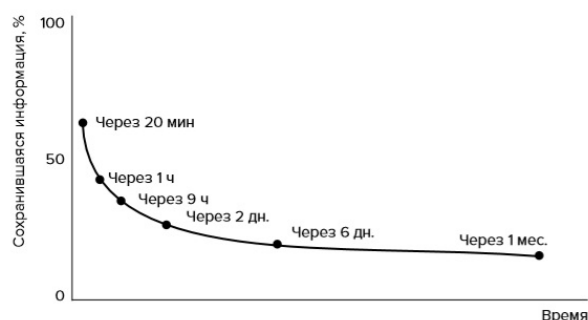


Рис. 3. Кривая Эббингауза [2]

Процесс забывания можно скорректировать повторениями информации через определенные периоды времени. При этом уровень информации, зафиксированной в мозгу специалиста и необходимой для выполнения работы, на определенное время существенно повысится, но в дальнейшем, без постоянного применения, будет снова снижаться. Вывод прост: любой исполнитель с перерывом в выполнении конкретного вида работы в несколько месяцев и без должного повторения необходимой для работы информации обречен на ошибки.

3. Выявление проявлений человеческого фактора при нормоконтроле конструкторской документации

Проведение нормоконтроля конструкторской документации (КД) направлено на выявление ошибок, связанных с несоблюдением в разрабатываемых изделиях норм и требований, установленных стандартами; невыполнением требований по уровням стандартизации и унификации; невыполнением требований о рациональном использовании ограничительных номенклатур стандартизованных изделий, конструктивных норм, марок материалов, профилей и размеров проката и т. п. [3]. Выявленные при нормоконтроле ошибки фиксируются, доводятся до сведения руководителей конструкторских подразделений, где проводится разбор этих ошибок и, таким образом, происходит повторение информации о стандартных требованиях и ограничениях, которые составляют основу знаний конструкторов, необходимых при разработке конструкторской документации на изделия.

Не вдаваясь в разделение причин ошибок на собственно ошибки, оплошности и упущения, или просчеты, была проанализирована периодичность повторения однотипных ошибок, выявляемых при нормоконтроле. Результат анализа показан на рис. 4.

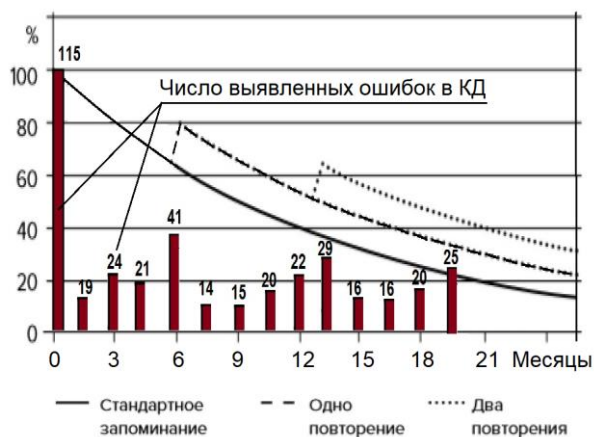


Рис. 4. Ошибки конструкторов в результате забывания правил создания КД

Видно, что периодическое повышение количества выявляемых однотипных ошибок подтверждает теоретическое заключение о процессе забывания и корректировке знаний конструкторов путем повторения. На рис. 4 приведена диаграмма выявленных ошибок и графики теоретических кривых о забывании знаний. Периодический разбор ошибок приводит к возобновлению необходимых знаний и повышению качества предъявляемой на нормоконтроль конструкторской документации, но «человеческий

фактор» снова и снова вносит свои коррективы в процесс проектирования.

Следует отметить, что на стадии конструирования в системе «человек – машина (компьютер)» значительное влияние на «человеческий фактор», проявляющийся в ошибках, оплошностях и упущениях, или просчетах, играет как раз компьютер, который берет на себя значительную часть общих знаний конструктора, которые в обыденной практике могут забываться без постоянного их повторения и применения. Особенно это влияние заметно, когда составляются такие эксплуатационные документы, как руководства по эксплуатации. Здесь можно провести аналогию со сборкой двигателя из отдельных деталей и узлов, когда неточности изготовления составляющих частей проявляются на данном этапе создания двигателя. При создании руководства по эксплуатации погрешности КД, которые при разработке проходили проверку у разных руководителей, ведущих специалистов, нормоконтролеров и накопили в себе ошибки, связанные с влиянием «человеческого фактора», выявляются особенно наглядно. И здесь наличие всевозможных электронных баз данных, которыми через компьютерную сеть предприятия могут пользоваться и конструктора-разработчики КД и все специалисты, которые ее согласовывают, существенно влияет на «человеческий фактор» в процессе проектирования.

Так для уменьшения количества ошибок в КД при внесении в нее наименования или обозначения комплектующих изделий, на нашем предприятии была создана электронная база покупных комплектующих изделий. Каждое комплектующее изделие имеет свой паспорт (этикетку) в котором записывается наименование, обозначение, комплектность, ресурсы, сроки службы, сроки хранения, а также технические условия на изготовление. При получении паспорта (этикетки) данные заносятся в базу покупных комплектующих изделий. При внесении в конструкторскую документацию конструктор использует в своей работе данную базу. Это позволяет избежать ряда ошибок.

Также на нашем предприятии создана электронная база нормативных документов, которая облегчает работу конструктора с нормативными документами и сокращает количество ошибок при ссылках на нормативные документы, так как данная база позволяет видеть документ в электронном виде, а также актуальность данного нормативного документа. В карточке на документ отображается регион действия, взамен какого документа он введен или каким документом заменен.

Ряд других электронных баз преследуют ту же цель – снижение влияния «человеческого фактора» при создании КД. Электронный мониторинг позво-

ляет отслеживать частоту обращений конструкторов и других специалистов к той или иной базе, а проводимый анализ ошибок, выявляемых при нормоконтроле, показывает, в каких случаях процесс забывания проявляется более сильно и по каким направлениям и с какой частотой следует проводить повторные обучения.

Наиболее характерные причины ошибок, выявляемых при нормоконтроле и связанных с влиянием «человеческого фактора», это: недостаточно глубокая предпроектная проработка технического задания и целей поузлового проектирования; небрежность и невнимательность в работе исполнителей; применение оригинальных деталей и узлов при наличии стандартных; неполное соответствие предлагаемых методик испытаний реальным условиям эксплуатации; недостаточная квалификация некоторых специалистов и другое.

Вывод

Влияние «человеческого фактора» на процесс проектирования с расширением применяемых возможностей компьютерной техники снижается, но не может быть устранено полностью. Поэтому мониторинг использования электронных баз данных и анализ периодичности возникающих ошибок, выявляемых при нормоконтроле, является важной составляющей в обеспечении качества авиационной техники и безопасности полетов.

Литература

1. Doc 9824, Основные принципы учета человеческого фактора в руководстве по техническому обслуживанию воздушных судов [Текст]. – Montréal, Quebec, Canada: ICAO. – 2003. – 230 с.
2. Захаров, П. Культура безопасности труда. Человеческий фактор в ракурсе международных практик [Текст] / П. Захаров, С. Пересыпкин. – М.: Интеллектуальная литература. – 2019. – 128 с.
3. ГОСТ 2.111-2013. Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль [Текст]. – Взамен ГОСТ 2.111-68; введ. 01.06.2014. – М.: Изд-во СТАНДАРТИНФОРМ, 2014. – 9 с.

References

1. Doc 9824, Osnovnye principy ucheta chelovecheskogo faktora v rukovodstve po tehničeskomu obsluzhivaniyu vozdušnyh sudov [Doc 9824, Fundamentals of Human Factors in Aircraft Maintenance Manual]. Montréal, Quebec, Canada, ICAO Publ., 2003. 230 p.
2. Zaharov, P., Peresyypkin, S. Kul'tura bezopasnosti truda. Chelovecheskij faktor v rakurse mezhdu-narodnyh praktik [Work safety culture. The human factor in the perspective of international practices]. Moscow, Intel'ektual'naja literatura Publ., 2019. 128 p.
3. GOST 2.111-2013. Edinaja sistema konstruktorskoj dokumentacii. Normokontrol' [State Standard 2.111-2013. Unified system of design documentation. Norm control]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 9 p.

Поступила в редакцию 01.06.2020, рассмотрена на редколлегии 15.08.2020

ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ НА ПРОЦЕС ПРОЕКТУВАННЯ, ЩО ВИЯВЛЯЄТЬСЯ ПРИ НОРМОКОНТРОЛІ КОНСТРУКТОРСЬКОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

В. В. Кокотіна, С. М. Степаненко, В. Г. Харченко

Роль «людського фактору» в авіації розглядається в першу чергу як найважливіша умова, що впливає на рівень і стан безпеки польотів будь-якого роду літальних апаратів. Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) визначає «людський фактор» як пріоритетний в сфері забезпечення безпеки польотів. На надійність і безпеку польотів впливають: якість підготовки авіаційної техніки до польоту, якість виготовлення, складання, здавальних і передполітних випробувань, якість конструювання літальних апаратів, двигунів, якість розробки креслень, супутньої технічної і експлуатаційної документації. Відзначається, що в будь-якій діяльності «людський фактор» проявляється помилками, упущеннями і недоліками, або прорахунками, які допускає людина, виконуючи свою роботу. В теорії взаємозв'язку «людина-машина» пропонується система оцінки виробничої підготовленості та майстерності фахівців (і зокрема, конструкторів) в різних режимах ведення робіт, які ґрунтуються на таких поняттях, як «Навичка», «Правило», «Знання». Вплив «людського фактору» на процес проектування оцінюється за результатами нормоконтролю конструкторської документації (КД). Проведення нормоконтролю КД направлено на виявлення помилок, пов'язаних з недотриманням в розроблюваних виробках норм і вимог, встановлених стандартами; невиконанням вимог за рівнями стандартизації та уніфікації; невиконанням вимог про раціональне використання обмежувальних номенклатур стандартизованих виробів, конструктивних норм, марок матеріалів, профілів і розмірів прокату і т. п. Проаналізовано періодичність повторення однотипних помилок, що виявляються при нормоконтролі, і показана необхідність періодичного повторення знань конструкторів. Проаналізовано помилки і недоліки, які виявляються при розробці керівництв з експлуатації авіаційних двигунів. Відзначається, що наявність електронних баз даних, якими через комп'ютерну мережу підприємства можуть користуватися конструктора-

розробники КД і всі фахівці, які її узгоджують, істотно впливає на «людський фактор» в процесі проектування.

Ключові слова: людський фактор; проектування; авіаційний двигун; нормоконтроль; помилка; навик; база даних.

INFLUENCE OF THE HUMAN FACTOR ON THE DESIGN PROCESS DETECTED BY NORMAL CONTROL OF DESIGN DOCUMENTATION

V. Kokotina, S. Stepanenko, V. Kharchenko

The role of the “human factor” in aviation is considered primarily as the most important condition affecting the level and state of flight safety of any kind of aircraft. The International Civil Aviation Organization (ICAO) defines the “human factor” as a priority in the field of flight safety. Reliability and safety of flights are influenced by the quality of preparation of aviation equipment for flight, the quality of manufacturing, assembly, acceptance and pre-flight tests, the quality of the design of aircraft, engines, the quality of the development of drawings, related technical and operational documentation. It is noted that in any activity the “human factor” is manifested by errors, oversights, and omissions, or miscalculations that a person makes while carrying out his work. In the theory of the “man-machine” relationship, a system is proposed for evaluating the production preparedness and skill of specialists (and in particular, designers) in different operating modes, based on concepts such as “Skill”, “Rule”, “Knowledge”. The influence of the “human factor” on the design process is evaluated according to the results of the normative control of design documentation (CD). Conducting normative control of the design documentation is aimed at identifying errors associated with non-compliance with the norms and requirements established by the standards in the developed products; failure to comply with requirements for standardization and unification levels; failure to comply with the requirements for the rational use of restrictive nomenclatures of standardized products, design standards, grades of materials, profiles and sizes of rolled products, etc. The frequency of the repetition of the same errors detected during standard control is analyzed, and the need for periodic repetition of the knowledge of designers is shown. It is noted that the availability of electronic databases, which can be used by computer designers and developers through the computer network of the enterprise and all the specialists who coordinate it, significantly affects the “human factor” in the design process.

Keywords: human factor; design; aircraft engine; standard control; error; skill; database.

Кокотина Виктория Викторовна – зам. нач. отд. стандартизации государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина.

Степаненко Сергей Михайлович – канд. техн. наук, доц., нач. отд. стандартизации государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина.

Харченко Виталий Григорьевич – нач. конструкторского отделения 1 конструкторского научно-исследовательского комплекса государственного предприятия «Запорожское машиностроительное конструкторское бюро «Прогресс» имени академика А. Г. Ивченко, Запорожье, Украина.

Viktoriia Kokotina – Deputy Head of Department at Zaporozhye Machine-Building Design Bureau Progress State Enterprise named after Academician A. G. Ivchenko, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com, ORCID Author ID: 0000-0002-9858-3894.

Sergey Stepanenko – Candidate of Technical Science, Assistant Professor; Head of Department at Zaporozhye Machine-Building Design Bureau Progress State Enterprise named after Academician A. G. Ivchenko, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: 03531@ivchenko-progress.com, ORCID Author ID: 0000-0001-5858-0683.

Vitaliy Kharchenko – Head of the design department of a research complex at Zaporozhye Machine-Building Design Bureau Progress State Enterprise named after Academician A. G. Ivchenko, Zaporozhye, Ukraine, e-mail: v.harchenko@ivchenko-progress.com, ORCID Author ID: 0000-0001-8709-1758.