

# Автоматизация в пилотируемой космонавтике: проблемы и социально-психологические детерминанты

А. Н. Костин

Разработка стратегии автоматизации управления является одной из ключевых проблем при создании пилотируемой космической техники. Отечественная пилотируемая космонавтика нацелена на максимальную автоматизацию режимов управления. Это выражается в приоритете автоматических режимов управления, являющихся основными, штатными, над полуавтоматическими и ручными режимами, которые рассматриваются как резервные и используются только при отказах автоматики. Фактически космонавт выступает в роли «дублера» потенциально ненадежных элементов.

Одно из обоснований данной стратегии принадлежит известным специалистам в области космонавтики А.С. Елисееву и Б.В. Раушенбаху [5]. Они считают, что создание автоматических систем пилотирования космических кораблей за редким исключением затруднений не представляет, а режимы ручного управления требуют постоянно тренируемого навыка у космонавтов. Поэтому ручное управление должно рассматриваться лишь как дублирующее средство. В то же время, сложность бортовых систем требует постоянного контроля и регулярного вмешательства космонавтов и умения распознавать отказы автоматики.

Приведенное обоснование сомнительно сразу с двух точек зрения: инженерной и психологической. Инженерной — создание автоматических систем для современных космических кораблей как раз является сложной проблемой, а с психологической — распознать отказ и своевременно перейти с автоматического управления на ручное — очень непростая задача для экипажа.

Кроме того, функциональное дублирование имеет существенный недостаток: резервные полуавтоматические и ручные режимы формируются по остаточному принципу и не обеспечивают полноценное управления человеком, так как они призваны не реализовывать процесс управления в целом, а компенсировать отдельные функциональные возможности отказавшей автоматики. Поэтому очень часто оказывалось, что экипаж не обеспечен необходимыми средствами управления и объективно ничего не может сделать. Как показал опыт космических полетов, экипажи космических кораблей «Союз» почти всегда не могли реализовать резервный ручной режим сближения при отказах автоматики, что приводило к срывам стыковок с орбитальными станциями и досрочному прекращению полетов в 1970–80-х годах.



**Костин Анатолий Николаевич**  
доктор психологических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Института психологии РАН.

То, что автоматизация приводит к целому ряду психологических проблем, в том числе и социального свойства, хорошо известно. Некоторые из этих проблем неоднократно рассматривались в наших работах [3, 7–11].

Прежде всего, это проблемы определения роли человека (оператора, членов экипажа, персонала) в процессах управления и ответственности за обеспечение их надежности и безопасности. Как отмечал еще Ч.Э. Биллингс (С.Е. Billings), каждое технологическое усовершенствование автоматике по разным причинам вольно или невольно вытесняет экипаж на периферию непосредственного управления самолетом, которое он осуществляет посредством достаточно сложного компьютерного интерфейса [17]. Тем не менее, пилоты, игравшие ранее ведущую роль во всех аспектах управления, остаются ответственными за обеспечение безопасности полета. Автоматика в большинстве случаев меняет роль летчика на роль пассивного наблюдателя, который контролирует работу систем, управляющих самолетом, больше, чем непосредственно пилотирует его сам. Об этом пишут также А. Стоукс (А. Stokes) и К. Кит (К. Kite) [18].

К несчастью, надежность автоматике далеко не идеальна и часто не достигает требуемого уровня. Поэтому в реальности автоматизация не повышает, а снижает надежность деятельности летчика, поскольку ответственность за исход полета высокая, а уверенности в способности автоматике выполнить его нет, как нет уверенности и в собственных возможностях заменить ее.

Следствием пассивной роли летчика в управлении является возникновение чувства недоверия автоматике, которое принимает распространенный характер. Причиной его развития является, с одной стороны, существенная непредсказуемость автоматике в непредвиденных ситуациях, с другой стороны — возможность отказа автоматике без аварийной индикации. Это приводит к таким эффектам, как отключение исправной автоматике, когда процесс управления несколько отличается от привычного, и несвоевременный переход на ручное управление.

С другой стороны, пассивная роль в управлении может приводить и к

чувству излишнего доверия автоматике. Тогда, столкнувшись с неожиданной проблемой, оператор может пытаться ее не замечать, вместо того чтобы выключить автоматику и перейти на ручное управление.

Отчуждение человека от результатов процесса управления автоматикой является причиной отказа от ответственности за обеспечение надежности и безопасности. Так, В.А. Пономаренко отмечал, что при автоматизации работник отчуждается от средств производства, становится контролером, а не исполнителем, его человеческая индивидуальность нивелируется, он чувствует себя ущемленным, иногда даже потерянным, а прежняя профессиональная гордость сменяется чувством растерянности. При этом человек отвечает за то, что сам не делает. В результате многим автоматизированным системам человек предпочитает ручное управление. Кроме того, автоматика может ввести его в область запредельных человеческих возможностей, не снимая ответственности за управление [13].

ственной инженерной психологии. Его основное следствие, заключающееся в принципиальном преимуществе полуавтоматических режимов управления над полностью автоматическими, позволило существенно повысить надежность управления создававшейся в стране авиационной техникой. Еще одним, наиболее распространенным в настоящее время направлением решения указанной проблемы является разработка различных способов адаптивного или динамического распределения функций, реализующих гибкое изменение степени автоматизации (В.Ф. Ванда, В.М. Ахутин, W. Rouse, B. Kantowitz, R. Sorkin и др.). Однако это направление страдает серьезными теоретическими изъянами и далеко от практической реализации.

Возрастающая сложность создаваемой техники приводит к необходимости поиска новых решений. К характеристикам этой сложности, прежде всего, следует отнести свойство потенциальности сложных крупномасштабных технических объектов. Выражается оно, в частности, в возможности

---

**Надежность автоматике далеко не идеальна и часто не достигает требуемого уровня. Поэтому в реальности автоматизация не повышает, а снижает надежность деятельности летчика, поскольку ответственность за исход полета высокая, а уверенности в способности автоматике выполнить его нет, как нет уверенности и в собственных возможностях заменить ее.**

---

Определение стратегии автоматизации в инженерной психологии связано с решениями проблемы распределения функций между человеком и автоматикой, которые за последние более чем полвека претерпели значительные изменения. Начало было положено в 1960-е годы выдвижением принципа преимущественных возможностей П. Фиттса (P. Fitts) и принципа взаимодополняемости человека и машины Н. Джордана (N. Jordan). В 1971 году Н.Д. Заваловой, Б.Ф. Ломовым и В.А. Пономаренко был разработан принцип активного оператора, ставший классическим для отече-

возникновения непредвиденных ситуаций управления из-за многообразия, непредсказуемости, неоднозначности и опосредованности межсистемных взаимодействий, то есть связей между различными системами объекта. Но тогда невозможно создание полностью адекватных моделей управления и реализация на их основе автоматических режимов.

Существование таких ситуаций приводит к новому виду отказов, который связан не с реальными поломками техники, а с неадекватной работой автоматике при диагностике бортовых систем. С этими нетрадиционными

отказами впервые столкнулись во время первого советско-французского космического полета на корабле «Союз Т-6» в 1982 году, при сближении исследовательских модулей «Квант-1», «Квант-2» и «Кристалл» с орбитальной станцией «Мир» и в ряде других случаев. Суть этих отказов сводилась к аварийному прекращению или непредусмотренной динамике режима автоматического сближения. Последующие режимы выполнялись либо за счет действий экипажей, перехватывающих управление, либо за счет отключения программ диагностики, осуществляемого наземным персоналом Центра управления полетами (ЦУП).

позволяет считать, что двигатели ориентации в отказе не виноваты.

Парадоксальность непредвиденных ситуаций межсистемного взаимодействия заключается в том, что сами технические системы функционировали нормально! Но тогда перестает действовать основной принцип обеспечения надежности, заключающийся в резервировании отказавших блоков систем, так как автоматика отключит любое количество исправной резервной аппаратуры, сколько бы комплектов ее не было. Следовательно, в проблеме обеспечения надежности возникает принципиально новое качество — потенциальная неадекватность используемых разработчиками

В частности, это объяснялось отсутствием уверенности у некоторых психологов и физиологов в дееспособности человека в условиях невесомости.

Но тогда возникает парадокс: корабль из пилотируемого превращается в корабль с «человеком на борту» (как и заявлено во всех сообщениях о полете), а это может быть и пассажир. Закономерно встает вопрос: нужна ли тогда на корабле система ручного управления? По свидетельству одного из главных разработчиков систем управления космических аппаратов академика Б.Е. Чертока, ее решили сделать на «всякий случай», для обеспечения возвращения на Землю при отказе автоматики, тем более что это оказалось несложно [15]. Собственно, к такому дублированию и был профессионально подготовлен Ю.А. Гагарин, а сам случай, кстати, представился очень скоро — в полете корабля «Восход-2» при отказе автоматики только использование ручного управления обеспечило спуск с орбиты и спасло жизнь космонавтам П.И. Беляеву и А.А. Леонову.

Идеология полной автоматизации, то есть «человека на борту», которую еще можно принять для первых кораблей «Восток» и «Восход», была сохранена и в дальнейшем при разработке следующего корабля — «Союз», всех его модификаций и многокорзового корабля «Буран». Автоматические режимы оставались основными, штатными, а полуавтоматические и ручные — резервными, дублирующими автоматику.

С идеологией приоритета автоматики стали сразу активно бороться космонавты, настаивая на необходимости активного включения экипажа в управление. Против «засилья автоматов» часто выступал Ю.А. Гагарин. «Что бы вы делали без человека! Ваша ионная система оказалась ненадежной, датчик 45К (для ориентации на Солнце и звезды — А.К.) отказал, а вы все еще не доверяете космонавтам», — говорил он, обращаясь к ведущим специалистам по бортовым системам управления Б.Е. Чертоку и Б.В. Раушенбаху, когда космонавт В.М. Комаров после многочисленных непредвиденных отказов обеспечил спуск корабля «Союз-1» с орбиты [16]. После своего полета на корабле «Союз-3» с неудачной стыковкой космонавт Г.Т. Береговой говорил: «Управлять самому лучше, чем когда тобой все

## Пассивная роль в управлении может приводить и к чувству излишнего доверия автоматике. Тогда столкнувшись с неожиданной проблемой, оператор может пытаться ее не замечать, вместо того, чтобы выключить автоматику и перейти на ручное управление.

Подобные отказы случаются и сейчас. Примерно полтора года назад в июле 2009 года произошел сбой при стыковке грузового корабля «Прогресс-М-67» с Международной космической станцией (МКС), когда автоматика без всякой аварийной диагностики не стала осуществлять облет для выхода на нужный стыковочный узел. Сближение и стыковку корабля осуществил экипаж с борта МКС с помощью специального ручного телеоператорного режима. Заметим, что данная непредсказуемая ситуация возникла в 67-м полете кораблей данной серии, когда, казалось, бы все действия автоматики должны были давно отработаны!

Последний раз телеоператорный режим пришлось задействовать 1 мая 2010 года при отказе во время сближения грузового корабля «Прогресс М-05М». Считается, что причиной отказа стал сбой программного обеспечения или срабатывания датчика контроля давления в камерах сгорания двигателей ориентации, хотя развитие событий почти совпадало с уже упоминавшейся стыковкой корабля «Союз Т-6». Тем не менее, успешное осуществление стыковки экипажем МКС

техники количественных критериев в программах автоматики и возможность диагностики ими ложных, несуществующих отказов с последующим отключением исправных блоков систем, как основных, так и резервных.

Почему же, несмотря на инженерно-психологическое обоснование преимуществ полуавтоматических режимов управления над автоматическими, разработчики техники ими пренебрегают и стремятся к полной автоматизации? Попробуем разобраться в причинах этого стремления, во многом имеющих социально-психологический характер, в которых, как будет показано ниже, переплетаются особенности профессиональных менталитетов и традиций, исторические предпосылки, мировоззренческие убеждения и многое другое.

Начнем с истории космонавтики. Как известно, первый космический корабль «Восток» разрабатывался как пилотируемый. В то же время, его первый полет планировался полностью автоматическим, с управлением автоматикой с Земли. Перед Ю.А. Гагариным не ставились задачи по управлению кораблем — только проверка возможности жизни человека в космосе.

время управляют с Земли. Чувствовать себя бесправным пассажиром или гостем — это не по мне. Контакт человека с кораблем надо менять» [16].

Тем не менее, позицией космонавтов пренебрегли, поэтому идеология автоматизации осталась ведущей и при разработке отечественного многоцелевого корабля «Буран». По словам его главного конструктора Б. Губанова, системы автоматического управления «Бурана» столь совершенны, что экипаж в будущих полетах рассматривается как звено, дублирующее автоматику [4]. Однако за четыре месяца до старта «Бурана», который должен был совершить полет без экипажа в автоматическом режиме, протест против этого высказали два авторитетных космонавта: Игорь Волк — начальник отряда космонавтов для полетов на «Буране», возглавлявший программу испытательных полетов на самолетах-лабораториях и аналоге орбитального корабля, и Алексей Леонов — заместитель начальника Центра подготовки космонавтов. В своем письме в Совет министров СССР они потребовали отменить беспилотный полет «Бурана», мотивируя тем, что американский «Шаттл» начал летать с экипажем с первого полета, и своим неверием в возможность успешного автоматического полета «Бурана» [14]. Как известно, их мнение опять учтено не было. И, несмотря на благополучное выполнение самого полета, неожиданный маневр «Бурана» перед приземлением, поставивший в тупик наземные службы управления, лишний раз подтвердил существенность непредсказуемых ситуаций в процессе его функционирования.

Показательны в этом отношении высказывания академика Г. Бюшгенса, сделанные им в одном интервью: «Путь к безопасности в авиации лежит через полную автоматизацию полета на всех этапах. Человек нужен лишь в качестве контролера. Чтобы он не терял квалификацию, есть тренажеры. Космический самолет «Буран», облетев без пилота Землю, точно попал в начало полосы». На вопрос, почему Игорь Волк, командир отряда космонавтов для полетов на «Буране», считает, что летчик надежнее любого автомата, следует красноречивый ответ: «Мы с ним много грызлись. Но он же летчик, он должен так говорить. *Любой серьезный ученый* (курсив мой — А.К.) скажет: машина надежнее человека»

[1]. Безапелляционность и снобизм высказываний по отношению к одному из наших лучших летчиков-испытателей и космонавту просто поражает.

книге Б.Е. Черток. Как специалист, воспитанный на авиационной культуре веса, Охапкин больше других возмущался излишним утяжелением си-

## Корабль из пилотируемого превращается в корабль с «человеком на борту» (как и заявлено во всех сообщениях о полете), а это может быть и пассажир.

Однако у самих разработчиков космической техники сомнения по поводу правильности выбора стратегии автоматизации все-таки возникли. Уместно привести горькие слова из дневника от 13 ноября 1968 года помощника Главкома ВВС по подготовке и обеспечению космических полетов Н.П. Каманина — человека, отвечавшего за выполнение советской космической программы: «Пять—шесть лет тому назад я повел большой принципиальный спор с С.П. Королевым, а после его смерти — с В.П. Мишиным (преемником С.П. Королева на посту Главного конструктора — А.К.) о путях развития пилотируемых космических полетов. Королев и Мишин, закладывая корабли «Союз», Л-1 и Л-3 (для полетов на Луну — А.К.), верили только в автоматику. «На моих кораблях кролики могут летать!» — неоднократно заявлял Королев. *Они не доверяли космонавтам участие в управлении полетом и сводили их роль только к роли наблюдателей и дублеров некоторых автоматических систем корабля* (курсив мой — А.К.). В этом споре конструкторы одержали верх и повели нашу космическую программу по неправильному пути. Незадолго до смерти Королев понял свою роковую ошибку («Мы заавтоматизировались...»), но выправить неверный курс было уже трудно. Преемники Королева продолжали по инерции строить корабли-автоматы, а это в десятки раз труднее, чем создать корабли типа «Джемини» и «Аполлон», рассчитанные на активное участие экипажа в управлении полетом» [6]. Позднее В.П. Мишин на одном из заседаний Государственной комиссии после очередного срыва стыковки со станцией сказал: «Если бы мы больше доверяли космонавтам, мы бы уже имели выполненные стыковки» [12].

Аналогичное мнение конструктора Сергея Охапкина приводит в своей

стем и восхищался простотой и смелостью, с которой американцы выходили из сложных ситуаций, возлагая на человека функции по управлению там, где у нас устанавливали «тяжелые сундуки всяческой троированной автоматики» [15].

Действительно, экипажам в системах управления американскими космическими кораблями с самого начала отводилась ведущая роль. Причина была достаточно прозаическая: из-за малого веса, выводимого ракетой-носителем, в первом корабле «Меркурий» оказалось невозможным резервировать бортовые системы и пришлось создавать полноценную систему ручного управления. Позднее идеология активного участия астронавтов в управлении посредством разработки полуавтоматических и ручных режимов, только уже с использованием бортовой вычислительной техники, была сохранена и на последующих космических кораблях «Джемини», «Аполлон» и «Спейс Шаттл». Более того, автоматические режимы управления для этих кораблей даже не разрабатывались, хотя их весовые характеристики позволяли осуществлять необходимое дублирование систем. В отличие от наших разработчиков, американские специалисты считали, что приоритет человека над автоматикой не снижает, а повышает надежность и безопасность полета.

Главная причина такого расхождения во взглядах на автоматизацию и обеспечение ее надежности заключалась в различиях профессиональных менталитетов и традиций специалистов базовой отрасли техники, на основе которой создавалась пилотируемая космонавтика. В США такой базовой отраслью явилась авиация, в которой традиционно существовало уважительное отношение и доверие к летчику. Кроме того, в проектировании кос-

мических кораблей, начиная с ранних полетов по программе «Меркурий», непосредственное участие принимали летчики-испытатели, поэтому и задачи ставились с учетом их профессиональных навыков.

В Советском Союзе космонавтика развивалась на основе ракетной техники. Традиционно ракеты и первые космические аппараты управлялись автоматикой. Опыта работы с человеком у ракетчиков не было, он им был непонятен, потенциально мог ошибаться, поэтому, естественно, вызывал недоверие.

Еще одно интересное соображение, которое тоже касается менталитета руководителей отечественной космонавтики, высказывает участница нашего первого женского отряда космонавтов Валентина Пономарева. По ее мнению, космический полет для этих людей был завершением колоссальной работы, за которую они отвечали головой и поэтому не могли доверить ее кому-то другому, кроме своих систем, «которые и были — они сами» [12].

В принципе автоматика действительно является средством участия разработчиков в управлении, только не непосредственным, а опосредованным. Поэтому зависимость от автоматики на деле является зависимостью от ее разработчиков. Она усиливается еще и тем, что космонавты должны действовать строго согласно бортовой инструкции и указаниям ЦУПа. Экипаж не имеет права самостоятельно переходить на резервное управление, а может его осуществлять только по разрешению с Земли, которое, как показал опыт, не всегда дается вовремя.

При всех перечисленных ограничениях, которые сковывают самостоятельность космонавтов, ответственность за выполнение полета возлагается на экипаж. Более того, его невмешательство в управление в ряде нерасчетных нештатных ситуаций во время выполнения режимов сближения признавали виной космонавтов. Но ответственность должен нести тот, кто обладает правом принятия решений, то есть в данном случае — разработчики автоматики и специалисты ЦУПа. Иначе использование автоматических режимов является еще и удобным для разработчиков уходом от ответственности за управление, перекладыванием ее на других.

Таким образом, детерминанты решения проблем автоматизации в пилотируемой космонавтике определяются рядом социально-психологических факторов. К ним относятся: разный профессиональный опыт специалистов; разное понимание ими значимости и роли человека в управлении техникой; вытекающие отсюда особенности менталитета, определяемые национальными и культурными традициями; социальная зависимость одних профессиональных групп (космонавтов) от других (разработчиков техники); наличие возможности избегания или перекладывания ответственности.

Интересную версию причины тотального недоверия к человеку предлагает В. Пономарева. По ее мнению, «ставка на автоматику» является следствием нашей прошлой идеологической установки, что человек — это «винтик» огромного механизма, а раз так, то техника важнее, она решает все! Именно ей, а не человеку оказывается доверие и отдается предпочтение. Все это рождает технократический тип сознания [12]. Таким образом, стремление к полной автоматизации может детерминироваться еще историческими предпосылками.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод о том, что требуется радикальное изменение отношений между разработчиками и космонавтами. К этим отношениям для современной сложной техники, как справедливо считает Ю.Я. Голиков, должны быть применены требования даже не антропоцентрического подхода, являющегося доминирующим в современной инженерной психологии, а подхода равнозначных субъектных отношений [2], основное требование которого состоит в том, что роли разработчиков и операторов в управлении не должны заметно отличаться, соответственно, на них должна возлагаться и равная ответственность.

Несколько лет назад как в отечественной, так и американской космонавтике приступили к созданию техники следующего поколения. В России начата разработка перспективной пилотируемой транспортной системы (ППТС) — нового космического корабля, который должен придти на смену «Союзам». Удастся ли при его разработке преодолеть груз традиций при решении проблем автоматизации — вопрос пока открытый.

## Список литературы:

1. Бюшгенс Г. Верю в безопасность авиации // Известия. — 16 августа 2002.
2. Голиков Ю.Я. Методология психологических проблем проектирования техники. — М.: ПЕР СЭ, 2003.
3. Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Психология автоматизации управления техникой. — М.: ИП РАН, 1996.
4. Губанов Б. «Энергия» — «Буран» — шаг в будущее // Наука и жизнь. — 1989. — №4. — С. 2–9.
5. Елисеев А.С., Раушенбах Б.В. Работа космонавта по управлению космическим кораблем // Проблемы космической биологии. — Т. 34. Оптимизация деятельности космонавта. — М.: Наука, 1977. — С. 39–49.
6. Каманин Н.П. Скрытый космос: 3-я книга. — М.: Новости космонавтики, 1999.
7. Костин А.Н. Взаимная адаптация и взаимное резервирование человека и автоматики // Психология адаптации и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. — М.: ИП РАН, 2007. — С. 408–426.
8. Костин А.Н. Изменение принципов распределения функций между человеком и автоматикой при возрастании сложности техники // Психологический журнал. — 1992. — Т. 13. — №5. — С. 57–63.
9. Костин А.Н. Инженерно-психологические проблемы автоматизации современной техники // Современные проблемы инженерной психологии / Под ред. В.А. Бодрова. — М.: ИП РАН, 2008. — С. 466–484.
10. Костин А.Н. Социально-психологические проблемы и детерминанты автоматизации управления сложной техникой // Социальная психология труда: теория и практика. — Т. 1 / Под ред. Л.Г. Дикой и А.Л. Журавлева. — М.: ИП РАН, 2010. — С. 277–296.
11. Костин А.Н. Тенденции в автоматизации авиационно-космической техники и проблема распределения функций между человеком и автоматикой // Человеческий фактор в авиации и космонавтике: Сборник научных трудов / Под ред. А.А. Меленкова. — М.: Полет, 2007. — С. 52–55.
12. Пономарева В. Женское лицо космоса. — М.: Гелиос, 2002.
13. Пономаренко В.А. Психология духовности профессионала. — М., 1997.
14. Сафонов И. Многоцветный «Буран» одноразового использования // Коммерсантъ-daily. — №213. — 14 ноября 1998.
15. Черток Б.Е. Ракеты и люди. — Кн. 2. Фили — Подлипки — Тюратам. — М.: Машиностроение, 1999.
16. Черток Б.Е. Ракеты и люди. — Кн. 4. Лунная гонка. — М.: Машиностроение, 1999.
17. Billings C.E. Toward a human-centered aircraft automation philosophy // The International journal of aviation psychology. — 1991. — Vol. 1 — No.4. — P. 261–270.
18. Stokes A., Kite K. Flight stress: stress, fatigue, and performance in aviation. — Avebury Aviation, 1994.