

ВЛИЯНИЕ МЕНТАЛИТЕТА СПЕЦИАЛИСТОВ РАЗНЫХ ПРОФЕССИЙ НА ВЫБОР СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ¹

© 2017 г. А. Н. Костин

Доктор психологических наук, ведущий научный сотрудник;

Институт психологии РАН, г. Москва

e-mail: anatolykostin@gmail.com

В статье анализируется проблема автоматизации современными робототехническими системами (РТС) и принципы распределения функций между человеком и автоматикой как концептуальная основа решения проблемы автоматизации. Разработана новая многоуровневая структура автоматизации и обоснована необходимость разработки стратегии автоматизации в зависимости от классов автономности РТС. Показана результативность предлагаемого подхода на примере стратегии автоматизации робомобилей. Показано влияние на выбор этих стратегий особенностей менталитета специалистов разных профессий.

Ключевые слова: робототехнические системы, автоматизация, распределение функций, человек, автоматика, автономность, менталитет специалистов

Проблема выбора стратегии автоматизации управления техническими объектами является одной из наиболее актуальных, в частности, в связи с быстрым развитием робототехнических систем. Ее теоретической основой являются различные подходы к распределению функций между человеком и автоматикой.

Можно констатировать, что за последние годы в этой области не произошло заметных нововведений, что показано в обзоре принципов,

¹ Государственное задание ФАНО РФ № 0159-2017-0010.

выполненном П.А. Хэнкоком (Hancock) с соавторами [13]. Так, наиболее популярным из принципов распределения функций является адаптивное распределение функций в зависимости от когнитивных и физических возможностей человека. Данный принцип предполагает гибкое изменение степени автоматизации в зависимости от таких показателей деятельности, как рабочая нагрузка (workload), ситуационная осведомленность (situation awareness), функциональное состояние оператора (operator functional state). Их оценки основываются на измерении различных психофизиологических и нейрофизиологических параметров. Однако, как показано в наших работах, адекватность таких оценок очень ограничена в связи с высокой теоретической неопределенностью перечисленных понятий [10].

В качестве нового подхода к распределению функций можно рассматривать когнитивную автоматизацию [12]. Однако данный подход сформулирован в самом общем виде и предлагает учитывать при выборе степени автоматизации индивидуальные характеристики человека и его доверие к автоматике. При этом ставится задача обеспечения включенности оператора в контур управления, поддержки его деятельности и повышения удовлетворенности.

Еще одной неожиданной и в какой-то степени оригинальной тенденцией является увеличение сторонников самого первого принципа распределения функций – принципа преимущественных возможностей человека и автоматике, сформулированного П.Ф. Фиттсом (Fitts) более 60 лет назад. Несмотря на его логическую противоречивость и статический характер получаемых вариантов распределения функций, многих исследователей привлекает его простота и наглядность, выражаемая в составлении списков возможностей, по которым человек и автоматика превосходят друг друга [17].

Однако эта простота оборачивается формализмом и бездоказательностью при разработке стратегии автоматизации

управления техникой. Именно таким формализмом объясняется принявшая глобальный характер тенденция к полной автоматизации техники. Для РТС эта тенденция выражается в создании различных видов беспилотной техники – робомобилей, беспилотных самолетов, безэкипажных танков, кораблей, подлодок и т.д. В России такие РТС (Автонет, Авианет и Маринет) разрабатываются в рамках программ Агентства стратегических инициатив.

МНОГОУРОВНЕВЫЕ СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

Ключевой проблемой при распределении функций между человеком и автоматикой является разработка многоуровневой структуры автоматизации. В настоящее время наиболее распространенной является структура Т.Б. Шеридана (Sheridan), в которой выделено следующие десять уровней [15].

1. Компьютер не предлагает никакой помощи, человек должен все делать сам.
2. Компьютер предлагает полный набор альтернативных действий, или
3. узкий набор альтернатив, или
4. только один вариант и
5. ожидает подтверждения его от человека, или
6. позволяет человеку за ограниченный период времени запретить его автоматическое выполнение, или
7. выполняет его немедленно автоматически, а затем информирует об этом человека, или
8. информирует человека после выполнения варианта только по его запросу, или
9. информирует человека после выполнения варианта только в том случае, если компьютер сочтет это необходимым.

10. Компьютер принимает все решения автономно, игнорируя человека.

В дальнейшем число данных уровней автоматизации уменьшилось до восьми, но их содержание изменилось незначительно [16].

Развитием данной структуры можно считать ее пятиуровневый вариант для автомобилей, принятый в сентябре 2016 года американской Национальной администрацией безопасности дорожного движения (NHTSA), в котором уровни автоматизации определяются следующим образом:

1. помощь водителю в виде автоматизации отдельных систем автомобиля (адаптивный круиз-контроль и система помощи при парковке);
2. автоматическое вождение автомобиля, но с постоянным контролем за ним и периодической передачей управления водителю;
3. автоматическое вождение автомобиля с периодическим контролем за ним, но с возможностью вмешательства водителя в управление в любой момент времени;
4. автоматическое вождение автомобиля без контроля водителем, но с возможностью вмешательства в управление при возникновении запросов от автоматики (в непредвиденных ситуациях);
5. автоматическое вождение автомобиля без вмешательства в него человека вообще (и даже при отсутствии руля и педалей в салоне автомобиля).

Приведенные структуры обладают выраженной нестрогостью и произвольностью. Большинство формулировок не конкретны (например, что означает периодический контроль или вмешательство в управление, с какой частотой его надо осуществлять?), а выбор уровней ничем не обоснован и выражает некоторые сложившиеся у авторов представления об автоматизации.

Выбор корректного основания классификации уровней автоматизации является очень важным при разработке структуры автоматизации. При

этом возникает вопрос: что именно автоматизируется – функции человека в управлении или функции управления объектом?

Достаточно очевидно, что в рассматриваемых структурах происходит автоматизация именно функций человека в управлении. Так, в структуре Т.Б. Шеридана фактически происходит автоматизация переработки информации (при выдвижении альтернатив действий или информации о действиях компьютера), принятия решений и исполнительных действий человека (в виде исполнения действий или выдачи разрешений на операции компьютера). Аналогично в структуре уровней автоматизации автомобилей сначала происходит автоматизация действий человека по управлению, а затем и операций контроля.

Причина данных неопределенностей, по нашему мнению, заключается в буквальном понимании проблемы распределения функций между автоматикой (компьютером) и человеком. Делаются попытки непосредственно распределить действия человека и компьютера по отдельности. При этом особенности техники и объект управления остаются вне рамок рассмотрения.

Совсем другая многоуровневая структура получается, если рассматривать автоматизацию функций управления объектом. Современные РТС как технические объекты представляют собой совокупности множества систем – системные комплексы, которые могут управляться автоматикой или человеком как полностью, так и частично. В связи с тем, что многоуровневую структуру системного комплекса можно представить в виде объектов управления разной степени детальности – блоков систем, их совокупностей, отдельных систем, их совокупностей и системного комплекса в целом, *классификация уровней автоматизации должна основываться на масштабе объекта управления.* С этой позиции можно предложить следующую структуру уровней автоматизации, на

каждом из которых указывается, чем управляет автоматика и чем человек, учитывая то, что их функции должны дополнять друг друга:

- автоматика ничем не управляет, человек управляет системным комплексом в целом (всеми блоками систем, т.е. их включает, выключает, регулирует и т.д.);

- автоматика управляет отдельными блоками или некоторыми совокупностями блоков разных систем; человек – всеми системами, за исключением тех блоков, которыми управляет автоматика;

- автоматика управляет отдельной системой; человек – всеми остальными системами;

- автоматика управляет некоторой совокупностью систем; человек – оставшимися системами;

- автоматика управляет системным комплексом в целом (всеми системами); человек ничем не управляет.

В данной структуре число уровней автоматизации не является строго определенным, а меняется в зависимости от количества систем и их блоков в составе технического объекта. При этом каждому уровню будет соответствовать объект управления определенного масштаба, и чем больше блоков, их совокупностей и систем управляется автоматикой, тем выше уровень автоматизации.

Очевидно, что объем функций человека по управлению снижается при увеличении уровня автоматизации и стремится к нулю. Тогда можно считать, что первому уровню будет соответствовать *ручной режим*, последнему уровню – *автоматический режим*, а всем промежуточным уровням – *полуавтоматические режимы*.

С этой позиции отличия между вторым, третьим, четвертым и пятым уровнями автоматизации автомобилей в принятой пятиуровневой структуре заключаются только в функциях контроля автоматики водителем и возможности его вмешательства в управление. На самом деле

количество уровней автоматизации автомобилем не является однозначно заданным, а зависит от набора реализуемых в них систем помощи водителю. Приведем примерный перечень таких систем, применяемых в разных сочетаниях в современных автомобилях:

- автоматическая трансмиссия (обеспечивает переключение передач при разгоне и торможении без участия водителя);

- антиблокировочная система (предотвращает блокировку колес при резком торможении автомобилем водителем, сокращая тормозной путь, особенно на скользкой дороге);

- антипробуксовочная система (предотвращает проскальзывание колес при разгоне автомобиля водителем);

- система курсовой устойчивости (помогает сохранить устойчивость автомобиля при маневрировании на дороге и при поворотах, используя торможение разных колес);

- круиз-контроль (обеспечивает поддержание заданной водителем скорости автомобиля);

- адаптивный круиз-контроль (обеспечивает поддержание заданной водителем скорости и выбранной им дистанции до впереди идущего автомобиля);

- система автоматического экстренного торможения (обеспечивает остановку автомобиля перед внезапно возникшим препятствием);

- активная система удержания полосы движения (предупреждает водителя об отклонении от выбранной полосы и автоматически корректирует траекторию движения);

- система аварийного рулевого управления (при угрозе наезда на автомобиль автоматически уводит его из-под удара);

- система помощи водителю при парковке (выполняет вождение автомобиля по нужной траектории, подчиняясь действиям водителя по разгону или торможению);

– система автоматического вождения или автопилота (осуществляют вождение автомобиля по заданному маршруту без вмешательства водителя).

Автомобиль как системный комплекс можно представить состоящим из двух систем: обеспечения скорости движения и формирования направления движения. В состав первой системы как минимум войдут блоки разгона, торможения и механической трансмиссии, в состав второй – блок рулевого управления. В случае если перечисленные системы помощи водителю рассматривать как отдельные блоки двух систем автомобиля, то их можно распределить следующим образом:

– система обеспечения скорости движения (блоки: разгона, торможения, механической или автоматической трансмиссии, антиблокировочный, антипробуксовочный, курсовой устойчивости, простого и адаптивного круиз-контроля, автоматического экстренного торможения);

– система формирования направления движения (блоки: рулевого управления, активного удержания полосы движения, аварийного рулевого управления, помощи водителю при парковке).

Блок автоматического вождения (автопилот) фактически реализует управление обеими системами, т.е. системным комплексом автомобиля в целом. Тогда уровни автоматизации управления автомобилем можно представить следующим образом:

– автоматика ничем не управляет, водитель управляет системным комплексом автомобиля (блоками разгона, торможения, механической трансмиссии и рулевого управления обеих систем);

– автоматика управляет отдельными блоками или некоторой совокупностью блоков помощи водителю одной или двух систем; водитель – двумя системами, за исключением тех блоков, которыми управляет автоматика;

- автоматика управляет системой обеспечения скорости движения или формирования направления движения; водитель – оставшейся системой;
- автоматика управляет системным комплексом автомобиля в целом; водитель ничем не управляет.

В связи с разным оснащением автомобилей различных марок системами помощи водителю содержание второго из указанных уровней автоматизации может существенно меняться. В то же время, если в автомобиле не предусмотрены возможности отключения водителем этих систем по своему усмотрению, тогда их состав будет постоянным и второй уровень автоматизации окажется единственным. В противном случае произвольное отключение водителем даже некоторых систем помощи может привести к достаточно большому числу комбинаций из них. Соответственно, второй уровень автоматизации будет представлять не один, а некоторый набор уровней, определяемый как составом систем помощи конкретного автомобиля, так и возможностями по их отключению.

Тем не менее, как и в случае общей многоуровневой структуры автоматизации технического системного комплекса ручной режим управления автомобилем будет соответствовать первому уровню, автоматический режим – последнему уровню, а полуавтоматические режимы – всем промежуточным уровням. Заметим, что современные автомобили уже фактически не выпускаются без нескольких систем помощи водителю (как правило, антиблокировочной и курсовой устойчивости), поэтому можно констатировать, что в них реализованы различные варианты полуавтоматических режимов, а ручной режим отсутствует и сохранился только в автомобилях старых марок.

ДРУГИЕ АСПЕКТЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ МЕЖДУ ЧЕЛОВЕКОМ И АВТОМАТИКОЙ

Помимо управления в проблеме распределения функций между человеком и автоматикой можно выделить еще три аспекта:

- выбор способов управления;
- формирование функций по контролю;
- определение условий вмешательства человека в управление.

Первый аспект непосредственно определяет формы реализации функций по управлению. Для автоматике способ управления возможен только один – управление по компьютерным программам. В то же время человек может использовать несколько способов управления.

Первым способом является непосредственная выдача команд на пульте или клавиатуре, или воздействие на различные органы управления (переключатели, штурвалы, рычаги и т.д.). При этом в зависимости от уровня автоматизации команды управления могут быть как простыми (управляющими отдельным блоком системы), так и обобщенными (воздействующими на состояние совокупности блоков, отдельной системы, их совокупности и даже техническим комплексом в целом). По сути обобщенные команды реализуют управление компьютерными программами соответствующего уровня.

Второй способ управления человеком заключается в подтверждении запросов автоматике на управляющие воздействия или на выполнение программ автоматике того или другого уровня автоматизации. Отличие от первого способа заключается только в том, что человек вместо воздействия на разные органы управления выдает одну и ту же команду, которую условно можно назвать "разрешение операций автоматике".

Таким образом, оба способа управления тесно связаны с реализуемым уровнем автоматизации. Выбор конкретного способа, с одной стороны, может быть достаточно произволен и определяться, в частности, габаритами и возможностями пульта управления. С другой стороны, первый способ позволяет осуществлять человеку более гибкое управление, самостоятельно определяя последовательность управляющих воздействий, что особенно важно в нестандартных, непредвиденных ситуациях, хотя

этот способ и связан с возможностью ошибок человека, заключающихся, например, в выдаче неправильных, а также пропуске или несвоевременности выдачи нужных команд. Второй способ более надежен в этом отношении, т.к. запросы автоматики формируются в конкретном виде и с некоторым запасом по времени. Однако в связи с изначальной детерминированностью программ автоматики данный способ менее гибок и его следует использовать в стандартном или нормативном диапазонах условий.

Что же касается второго аспекта распределения функций, то, с одной стороны, функции по контролю неразрывно связаны с функциями по управлению, выполняемыми как человеком, так и автоматикой и поэтому не требуют дополнительного распределения. При этом могут реализовываться различные формы информационного обеспечения и поддержки деятельности человека по управлению. С другой стороны, функции по контролю автоматики можно дополнительно назначать человеку в тех случаях, когда он управление не осуществляет, но тогда возникает вопрос: почему необходимо назначать эти функции?

Ответ на этот вопрос может быть только один: по причине возможности возникновения отказов или неадекватных действий автоматики. Логическим продолжением поставленного вопроса является переход к третьему аспекту распределения функций – определению условий вмешательства человека в управление. Такое вмешательство и должно осуществляться при обнаружении человеком отказов при выполнении функций контроля.

Однако изложенная логика вмешательства выражает суть особой функции – *резервирование автоматики человеком*. Эта функция первоначально была сформулирована Н. Джорданом (Jordan) в рамках принципа взаимодополняемости человека и машины [14], а затем получила значительное развитие при разработке Н.Д. Заваловой, Б.Ф. Ломовым и

В.А. Пономаренко принципа активного оператора [2]. Данная функция выражается в том, что при возникновении отказа человек берет на себя функции отказавшей автоматики с помощью снижения уровня автоматизации. И чем серьезней отказ, тем на более низкий уровень автоматизации должен происходить переход.

Важным следствием принципа активного оператора явился вывод о предпочтительности полуавтоматического режима управления над автоматическим. Выполнение человеком части управляющих функций в полуавтоматическом режиме обеспечивает его активное включение в контур управления и тем самым повышает возможности по своевременному и безошибочному обнаружению и преодолению отказов. Пассивная роль контролера автоматики, выполняемая человеком в автоматическом режиме, наоборот исключает его из контура управления, что приводит к существенным временным задержкам и ошибкам при опознании отказов и выполнении операций по их устранению.

Однако в непредвиденных ситуациях даже высококвалифицированный человек с большим опытом может столкнуться с серьезными неопределенностями и трудностями (т.е. высокой субъективной сложностью деятельности), которые могут стать причиной ошибочных решений. Поэтому, как показано в наших работах, для сложных технических объектов необходима реализация еще одной функции – *резервирование человека автоматикой*, которая в совокупности с предыдущей функцией образует *принцип взаимного резервирования оператора и автоматики* [1; 3; 4].

Функция резервирования человека автоматикой реализуется при превышении некоторого нормативного показателя субъективной сложности деятельности и заключается в принудительном повышении степени автоматизации управления. Это повышение заключается в активизации специальных программ автоматики, обеспечивающих, прежде

всего, надежность и безопасность технического объекта и является средством страховки человека от ошибочных действий в субъективно сложных ситуациях. Далее если человек находит нужное решение, то он снижает степень автоматизации до нужного уровня и реализует это решение. В противном случае человек просто контролирует работу автоматических программ.

Безусловно, для практического осуществления функции резервирования человека автоматикой необходимы специальные средства оценки субъективной сложности деятельности. Нами показано, что в качестве такого средства можно использовать длительность межсаккадических интервалов движений глаз [1; 10].

Таким образом, принцип взаимного резервирования оператора и автоматике, как и принцип адаптивного распределения функций, реализует стратегию гибкого изменения степени автоматизации, но это изменение строится не на логике формального отслеживания величины рабочей нагрузки, а по логике обеспечения надежности при возникновении отказов автоматике или субъективно сложных ситуаций у человека. Подробный сравнительный анализ данных принципов был проведен нами ранее [5].

СВЯЗЬ СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ С КЛАССАМИ АВТОНОМНОСТИ РТС

Стратегия автоматизации РТС помимо распределения функций между человеком и автоматикой связана и с решением проблемы их *автономности*, т.е. возможности функционирования РТС без вмешательства оператора в управление или даже без контроля с его стороны. Как уже было показано нами ранее, РТС по *степени автономности* можно разделить на следующие классы: полностью автономные, ограниченно автономные и малой автономности [8].

Данная классификация была построена на основе выделения доминирующих факторов *сложности* РТС. В качестве первого из таких факторов выделены *риски* в виде возможных потерь и негативных последствий от функционирования РТС. Вторым фактором сложности РТС является их *потенциальность*, т.е. неопределенность и непредсказуемость его функционирования. Достаточно очевидно, что чем выше масштаб рисков и потенциальность РТС, тем больше должна быть их управляемость и подконтрольность оператору и тем ниже тогда будет степень автономности.

Полностью автономные РТС допустимы при незначительных рисках и низкой потенциальности в связи с возможностью высокой автоматизации управления в детерминированных условиях и незначительностью возможных потерь (например, роботы-игрушки, промышленные роботы). РТС с *ограниченной автономностью* следует создавать при существенных рисках и средней потенциальности, т.к. многообразие условий управления становится значительным и возможные потери – значительными (их примером являются малых и средних масштабов манипулятивные роботы). *Малую автономность* должны иметь РТС при критических рисках и высокой потенциальности из-за явно ограниченных возможностях автоматике в непредвиденных ситуациях и принципиальном характере возможных потерь (к ним, например, относятся дорогостоящие манипулятивные роботы, в том числе боевые роботы).

Таким образом, стратегия автоматизации РТС должны строиться как на многоуровневой структуре автоматизации по масштабу объектов управления в техническом системном комплексе, так и в зависимости от класса автономности РТС. При этом следует учитывать не только свойства РТС, но и характеристики области управления, связанные с внешней для РТС средой. Так, возможно варьирование свойствами среды в сторону снижения ее неопределенности возможно перемещение РТС из одного

класса в другой. Например, при езде в сложной городской обстановке или при передвижении по плохим дорогам, имеющим высокую степень потенциальности дорожных условий робомобиль должен быть отнесен к классу РТС с малой автономностью. Однако при езде по специально оборудованным и регулируемым шоссе, существенно снижающих степень возможной потенциальности, робомобиль может быть отнесен даже к классу высоко автономных РТС.

СТРАТЕГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ РОБОМОБИЛЕМ

Рассмотрим далее возможную стратегию автоматизации управления робомобилем как одним из видов РТС. Анализ общих аспектов этой проблемы уже проводился нами [7; 9]. Адаптируя приведенную выше многоуровневую структуру автоматизации автомобиля, предположим, что в робомобиле реализована следующая уровни:

- автоматика управляет всем набором блоков помощи водителю в робомобиле за исключением блоков разгона и торможения в первой системе и блока рулевого управления во второй системе;

- автоматика управляет системой обеспечения скорости движения или формирования направления движения; водитель – оставшейся системой;

- автоматика управляет системным комплексом автомобиля в целом; водитель ничем не управляет.

Тогда режим управления, который соответствует первому уровню автоматизации обозначим как "полуавтоматический режим 1", второму уровню – как "полуавтоматический режим 2", а третьему уровню – как – "автоматический режим".

С позиции принципа активного оператора оптимальным является полуавтоматический режим 2, т.к. при минимуме усилий от водителя обеспечивается его активное включение в контур управления за счет

воздействия на блок рулевого управления (если автоматика управляет системой обеспечения скорости движения), либо на блоки разгона и торможения (если автоматика управляет системой формирования направления движения).

Такая включенность в процесс вождения позволит водителю своевременно обнаруживать отказы автоматики или непредвиденные ситуации на дороге. Функция резервирования автоматики оператором в данном случае будет заключаться в переходе на полуавтоматический режим 1, соответствующий более низкому уровню автоматизации.

Однако при возникновении в деятельности водителя высокой субъективной сложности, т.е. существенных затруднений при вождении, необходима реализация второй функции – резервирования оператора автоматикой с помощью принудительного перехода на автоматический режим, который соответствует более высокому уровню автоматизации. Назначение автоматического режима прежде всего должно заключаться в обеспечении безопасности робомобиля, а затем, при возможности, в продолжении движения.

Для оценки субъективной сложности деятельности, как уже отмечалось выше, можно использовать длительность межсаккадических интервалов движений глаз. Для их регистрации более всего подходит дистанционная видеоокулографическая аппаратура, ай-трекер, размещаемый перед водителем над приборной панелью. Тогда резервирование водителя автоматикой будет происходить при превышении некоторой нормативной величины интервала между саккадами.

Еще одним способом такой оценки может стать величина усилия водителя на руль или на педали разгона и торможения. Аналогичный способ реализован в полуавтоматических режимах комбинированного управления в отечественных истребителях 4-го поколения [11]. В этом

случае переход на автоматический режим должен происходить, если усилие будет менее нормативной величины, т.к. установлено, что при существенных затруднениях человек непроизвольно ослабляет свои управляющие воздействия.

Согласно принципу взаимного резервирования после понимания ситуации и снижения субъективной сложности деятельности водитель может самостоятельно вернуться к полуавтоматическому режиму 2, а при необходимости и к полуавтоматическому режиму 1. Способом реализации этого возврата является, например, увеличение усилия на руль и педали по отдельности или вместе. Если же ситуация остается непонятной, то водитель должен продолжать контролировать автоматический режим.

Безусловно, из приведенного общего правила могут быть исключения. Так, при вождении робомобиля по отрегулированным автострадам и в хорошую погоду водитель может сам включить автоматический режим. Но перед этим он должен сделать прогноз дорожной обстановки и убедиться в отсутствии потенциальных непредвиденных ситуаций. В то же время обстановка на улицах современных городов во многом неупорядочена, а в сложных погодных условиях (дождь, снег, туман), как известно, уменьшается точность сенсорной аппаратуры робомобилей. В таких условиях высока вероятность непредвиденных ситуаций и неадекватной работы автоматики, поэтому переход на автоматический режим будет явно небезопасен.

Предлагаемая стратегия автоматизации должна, по-нашему мнению, обеспечить высокую безопасность движения робомобилей. С одной стороны, будут созданы условия для обнаружения водителем отказов и непредвиденных действий автоматики. С другой стороны, появится определенная гарантия от возможных ошибок человека в субъективно сложных ситуациях, причем сам водитель будет чувствовать себя в них защищенным за счет страховки своих действий автоматикой. Кроме того,

снижение объема выполняемых водителями функций по управлению роботомобилями облегчит условия труда и тем самым может повысить эффективность их деятельности.

ОСОБЕННОСТИ МЕНТАЛИТЕТА СПЕЦИАЛИСТОВ РАЗНЫХ ПРОФЕССИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЫБОР СТРАТЕГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ РТС

Достаточно очевидно, что область управления РТС усложняется при росте уровней автоматизации. Суть роста этой сложности, как уже отмечено выше, связано с увеличением потенциальности управления РТС и масштаба рисков. Но тогда должна возрастать как *сложность программ автоматики*, так и *сложность функций человека и по управлению, и по контролю*. Этот вывод радикально расходится с господствующими убеждениями *специалистов по информационным технологиям (ИТ)*, что автоматизация кардинально снижает сложность функций человека в автоматических режимах управления.

Современные подходы к автоматизации можно объяснить *особенностями менталитета ИТ специалистов*. Эти особенности заключаются в их *убежденности в абсолютных возможностях современной компьютерной техники и поэтому достижимости полной автоматизации управления РТС* с помощью программных технологий, особенно технологий искусственной интеллекта. Однако такая убежденность не учитывает приведенные выше закономерности по усложнению как РТС, так и областей управления ими. Некоторые аспекты такой убежденности рассматривались нами ранее [6].

Поэтому другой особенностью менталитета ИТ специалистов является *существенная абстрактность и упрощенность в представлениях об РТС и их сложности*. Тем самым они фактически пренебрегают принципиальными свойствами РТС и, прежде всего, возможными высокими рисками при автоматизации управления.

Еще одной особенностью рассматриваемого менталитета является *неверие в возможности человека* по управлению РТС, объявление его виновным во всех катастрофах из-за ошибок по причине невнимательности, недисциплинированности и т.п. Поэтому человек признан в качестве основного фактора угрозы безопасности РТС. Именно этим объясняется стремление к вытеснению человека как оператора из контура управления РТС вместо разработки средств увеличения его возможностей по управлению, поддержки деятельности и страховки, резервирования. В то же время попытки использования РТС без операторов могут привести совсем не к тем результатам, на которые рассчитывают ИТ специалисты, и не повысить, а, наоборот, снизить безопасность РТС.

Противоположные взгляды на автоматизацию РТС наблюдаются у представителей *операторских профессий*. Эти взгляды основываются на негативном опыте неадекватных действий автоматики даже в простейших ситуациях, не говоря уже о непредвиденных случаях. Понимание существующих рисков приводит к появлению у операторов недоверия к автоматике. В то же время сложность и масштабность РТС рождает у них чувства неуверенности, незащищенности, опасения и даже страха. В итоге операторы стремятся избегать излишней автоматизации и тем более автоматических режимов, чтобы реализуемое управление было максимально подконтрольным.

Эйфория, связанная с ближайшими перспективами создания и повсеместного распространения робомобилей, может столкнуться с особенностями менталитета *водителей*, определяющими их *негативное отношение* к автоматическому вождению. Проиллюстрировать такое отношение можно тем обстоятельством, что до сих пор многие водители являются приверженцами автомобилей с механической трансмиссией, требующей ручного переключения передач. Причем это не только пожилые

люди (как это можно было бы ожидать), но и молодежь, не только мужчины, но и женщины.

Использование механической трансмиссии они объясняют *нежеланием даже в минимальной степени терять возможности контроля движения автомобиля и стремлением обеспечить как можно более гибкое вождение в сложных дорожных ситуациях*. О значительном числе таких водителей свидетельствует продолжающийся массовый выпуск автомобилей с механической трансмиссией большинством автопроизводителей.

Кроме того, в менталитет водителей входит и *стремление к получению удовольствия от вождения, переживания чувства власти над автомобилем, ощущения его подчиненности*. Трудно предположить, что они откажутся от этого, превратившись в простых пассажиров робомобиля, влиять на процесс вождения которым они бессильны. Тем более, вряд ли такие люди *согласятся превратиться в заложников автоматики, доверив свою жизнь автоматике робомобилей*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно констатировать, что основной тенденцией в автоматизации РТС является разработка автоматических режимов управления. В то же время в решении проблемы распределения функций между человеком и автоматикой как теоретической основы автоматизации наблюдается определенный застой и даже возврат к устаревшим принципам. Серьезные неоднозначности содержатся и в существующих многоуровневых структурах автоматизации.

Предлагаемый принцип взаимного резервирования оператора и автоматики, а также многоуровневая структура автоматизации, в основании которой положен масштаб объектов управления, должны позволить преодолеть отмеченные недостатки. Кроме того, показана зависимость стратегии автоматизации от классов автономности РТС.

Результативность данного концептуального аппарата продемонстрирована на примере стратегии автоматизации робомобилей.

Анализ причин выбора стратегий автоматизации РТС обнаружил влияние на них особенностей менталитета специалистов разных профессий. При этом их взгляды на автоматизацию и убеждения в возможностях автоматики прямо противоположны. Так, специалисты по информационным технологиям абсолютизируют возможности современной компьютерной техники и преувеличивают недостатки человека при управлении РТС, что и определяет их стремление к полной автоматизации. В то же время специалисты операторских профессий достаточно обоснованно не доверяют автоматике и, наоборот, настаивают на небезопасности излишней автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков Ю.Я., Костин А.Н. Психология автоматизации управления техникой. М.: Институт психологии РАН, 1996.
2. Завалова Н.Д., Ломов Б.Ф., Пономаренко В.А. Принцип активного оператора и распределение функций между человеком и автоматом // Вопросы психологии. 1971. № 3. С. 3-15.
3. Костин А.Н. Изменение принципов распределения функций между человеком и автоматикой при возрастании сложности техники // Психологический журнал. 1992. Т. 13. № 5. С. 57-63.
4. Костин А.Н. Принцип взаимного резервирования при распределении функций между человеком и автоматикой: Дис. ... д-ра психол. наук. М., 2000.
5. Костин А.Н. Взаимная адаптация и взаимное резервирование человека и автоматики // Психология адаптации и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 408-426.

6. *Костин А.Н.* Социально-психологические проблемы и детерминанты автоматизации управления сложной техникой // Социальная психология труда: теория и практика. Т. 1 / Отв. ред. Л.Г. Дикая, А.Л. Журавлев. М.: Изд-во "Институт психологии РАН", 2010. С. 277-296.
7. *Костин А.Н.* Инженерно-психологические проблемы разработки робомобилей // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Вып. 6. М.: Изд-во "Институт психологии РАН", 2014. С. 74-82.
8. *Костин А.Н.* Методология инженерно-психологического проектирования интерфейсов «человек – робот» разных классов // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Вып. 7 / Под ред. А.А. Обознова, А.Л. Журавлева. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2015. С. 430-440.
9. *Костин А.Н.* Тенденции и психологические проблемы управления беспилотным транспортом // Психология развития человека как субъекта труда. Развитие творческого наследия Е.А. Климова. Материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 12-15 октября 2016 г. М.: ООО «Акрополь», 2016. С. 277-281.
10. *Костин А.Н., Голиков Ю.Я.* Организационно-процессуальный анализ психической регуляции сложной деятельности. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2014.
11. *Сильвестров М.М., Козиоров Л.М., Пономаренко В.А.* Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора. М.: Машиностроение, 1986.
12. *Fast-Berglund A., Mattsson S., Bligard L.O.* Finding trends in human-automation interaction research in order to formulate a cognitive automation strategy for final assembly // International Journal of Advanced Robotics and Automation. 2016. V. 1 (1). P. 1-7.

13. *Hancock P.A., Jagacinski R.J., Parasuraman R., Wickens C.D., Wilson G.F., Kaber D.B.* Human-automation interaction research : Past, present, and future // *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications*. Apr 26. 2013. URL: <http://erg.sagepub.com/content/21/2/9> (дата обращения: 12.10.2017)
14. *Jordan N.* Allocation of functions between man and machines in automated systems // *Journal of Applied Psychology*. 1963. V. 47 (3). P. 161-165.
15. *Sheridan T.B.* Automation, authority and angst – revisited // *Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting*. 1991. V. 1.
16. *Sheridan T.B., Parasuraman R.* Human-automation interaction // *Reviews of Human Factors and Ergonomics*. 2005. V. 1. № 89. P. 89-129. URL: https://www.researchgate.net/publication/240756917_Human-Automation_Interaction (дата обращения: 23.07.2017)
17. *de Winter J.C.F., Dodou D.* Why the Fitts list has persisted throughout the history of function allocation // *Cognition, Technology & Work*. 2014. V. 16 (1). P. 1–11. doi: 10.1007/s10111-011-0188-1

INFLUENCE OF THE MENTALITY OF DIFFERENT PROFESSIONS SPECIALISTS ON THE SELECTION OF THE ROBOTIC TECHNICAL SYSTEMS AUTOMATION STRATEGY

© 2017 Anatoly N. Kostin

*Doctor of Psychology, Leading researcher,
Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow
E-mail: anatolykostin@gmail.com*

The article analyzes the problem of automation with modern robotic technical systems (RTS) and the principles of the allocation of functions between a man and machine as a conceptual basis for the automation problem solving. The new

multi-level automation structure was developed and the necessity of its development of an automation strategy depending on the RTS autonomy classes was substantiated. The effectiveness of the proposed approach is demonstrated using the example of the self-driving cars automation strategy. The influence of the different professions specialists mentality on these strategies choice is shown.

Keywords: robotic technical systems, automation, allocation of functions, man, machine, automatics, autonomy, specialists' mentality

Библиографическая ссылка на статью:

Костин А.Н. Влияние менталитета специалистов разных профессий на выбор стратегии автоматизации робототехнических систем // Институт психологии Российской академии наук. Организационная психология и психология труда. 2017. Т. 2. № 4. С.82-105.

Адрес статьи:

<http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document270.doc>