

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ**

На правах рукописи

КОСТИН АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ

**ПРИНЦИП ВЗАИМНОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ
ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФУНКЦИЙ
МЕЖДУ ЧЕЛОВЕКОМ И АВТОМАТИКОЙ**

**Специальность 19.00.03 – психология труда;
инженерная психология**

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора психологических наук**

Москва – 2000

Работа выполнена в Институте психологии Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- доктор психологических наук
Д.Н. Завалишина
- доктор медицинских наук,
профессор, действительный член
РАО
В.А. Пономаренко
- доктор психологических наук,
профессор
Г.М. Зараковский

Ведущее учреждение: Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова

Защита состоится 10 февраля 2000 г. в 11 часов на заседании
Специализированного Совета Д.002.31.01 в Институте психологии
РАН по адресу:

129366, Москва, ул. Ярославская, 13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
психологии РАН.

Автореферат разослан "30" декабря 1999 г.

Ученый секретарь
Специализированного Совета Д.002.31.01,
кандидат психологических наук



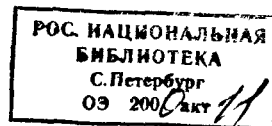
Т.Н. Савченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Стремительное развитие возможностей компьютерной техники и ее внедрение в автоматизированные системы управления обостряет одну из ключевых инженерно-психологических проблем – распределение функций между человеком и автоматикой. Несмотря на то, что автоматика предназначена для облегчения и упрощения трудовой деятельности человека, уменьшения допускаемых им ошибок, снижения численности персонала, повышения эффективности и безопасности процессов управления, именно автоматизация является причиной многих аварий и катастроф, происходящих в различных областях техники, в том числе таких, как авиация, космонавтика, атомная энергетика и т.д. При разработке новых технических объектов продолжает существовать тенденция к полной автоматизации, жесткому контролю за действиями операторов, что объективно приводит к вытеснению человека из процессов управления. В частности, в отечественной космонавтике это по-прежнему выражается в приоритете автоматических режимов управления, считающихся основными, штатными над полуавтоматическими и ручными режимами, рассматриваемыми в качестве резервных; в авиации внедряются новые технологии управления, такие как "прозрачная кабина" ("glass cockpit"), "полет по проводу" ("fly-by-wire"), "электронный кокон", в которых автоматика может вмешиваться в действия экипажа, приводя их в некоторые "нормативные" пределы. В связи с этим остается актуальной проблема определения стратегии автоматизации процессов управления.

К традиционно выделяемым психологическим проблемам, возникающим при автоматизации, относится пассивность и снижение ведущей роли операторов в управлении. При этом особенно остро встает проблема доверия оператора автоматике: операторы могут как излишне полагаться на автоматику и не замечать возникшие отклонения в ее работе, так и наоборот, не доверять автоматике даже при ее нормальном функционировании и стремиться выполнять управление в ручном режиме.

Фактически роль человека в управлении меняется и приобретает черты диспетчера, планировщика автоматике: оператор вводит в компьютер общие цели, получая информацию выполнения поставленных



задач на дисплеях, а компьютер реализует непосредственное управление. Поэтому, исключая из деятельности операторов относительно простые исполнительные операции, автоматизация приводит к необходимости выполнения новых, более сложных действий, связанных с программированием средств автоматики. Соответственно возникают и новые виды ошибок.

Принципиальной особенностью автоматизации, с которой в 80-е годы впервые столкнулись в отечественной космонавтике, а затем и в некоторых других областях техники, являются нетрадиционные отказы, связанные не с реальными поломками техники, а с неадекватной работой автоматики при диагностике бортовых систем. Возможность таких отказов заставляет пересмотреть основные принципы решения проблемы надежности, главным из которых считается элементная избыточность для резервирования, дублирования отказавшего оборудования.

Развитие автоматизации и возникающие при этом психологические проблемы делают актуальным поиск новых решений проблемы распределения функций между человеком и автоматикой.

Теоретико-методологическое обоснование. С момента зарождения проблемы распределения функций в 50-60-е годы отношение к ней неоднократно менялось. После того, как она была первоначально сформулирована в работах П.М. Фиттса в виде перечня сравнительных возможностей человека и машины, необходимость распределения функций была поставлена под сомнение Н. Джорданом, выдвинувшим идею взаимодополняемости человека и машины, а также У. Синглтоном, В.Я. Дубровским и Л.П. Щедровицким и др.

Далее решение данной проблемы шло по двум направлениям. По первому направлению предлагались новые принципы (активного оператора – Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко, динамического или адаптивного распределения – В.Ф. Венда, В.М. Ахутин, В. Рюзу, Б. Кантович, Р. Соркин, С.Ф. Скаллен, П.А. Хэнкок и др.), по второму – осуществлялась критика постановки самой проблемы или обсуждались вопросы, что именно следует распределять: функции, задачи, операции и т.д. (К.А. Кук, К. Корбридж, Г. Прайс и др.).

В связи с тем, что во многом ключевым аспектом проблемы является определение роли операторов в управлении, методологическим основанием работы стали инженерно-психологические подходы к ав-

томатизации. В настоящее время главным подходом считается антропоцентрический подход к человеку и технике (А.Н. Леонтьев, Б.Ф. Ломов, Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко, Ч.Э. Биллингс, Б.Х. Кантович и др.), противопоставляемый машиноцентрическому или техноцентрическому подходу. В то же время разработаны и другие концепции (в работах В.Ф. Венды; В.Я. Дубровского и Л.П. Щедровицкого; Б.А. Смирнова; А.И. Нафтульева, М.А. Дмитриевой и А.А. Крылова, В.М. Ахутина и др.). В данной работе в качестве теоретического основания используется равнозначный подход к автоматизации (Ю.Я. Голиков), который учитывает указанные выше принципиальные особенности автоматизации. Данный подход определяет, что при автоматизации техники разработчики (через создаваемые ими программы автоматизики) и операторы должны попеременно осуществлять ведущую роль в управлении, нести равную ответственность и иметь равную значимость в обеспечении надежности управления.

Применение равнозначного подхода привело к пересмотру более общих методологических оснований, в качестве которых рассматривались понятия и принципы системного подхода (И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин и др.). Данный вариант системного подхода, по мнению его авторов, является адекватным при исследовании не любых объектов, произвольно называемых системами, а лишь тех, которые обладают органичной целостностью, и по сути сформулированных принципов его можно рассматривать как внутрисистемный подход. Для исследования объектов, не имеющих органичной целостности, отгалкиваясь от понятия "системный комплекс", введенного В.П. Кузьминым, были сформулированы принципы межсистемного подхода. Сочетание внутрисистемного и межсистемного подходов использовалось не только при решении проблемы распределения функций, но и позволило подойти к построению обобщенной модели психической регуляции деятельности и функциональных состояний операторов.

Для проведения экспериментального исследования использовались результаты многочисленных психологических исследований процессов регуляции деятельности (К.А. Абулханова-Славская, Н.А. Бернштейн, Б.А. Душков, Г.М. Зараковский, Н.Д. Завалова, О.А. Конопкин, Б.Ф. Ломов, Д.А. Ошанин, В.А. Пономаренко, Дж. Расмуссен, С.Л. Рубинштейн, В.Ф. Рубахин, В.Д. Шадриков и др.). В связи с тем,

что ключевым понятием при раскрытии содержания психической регуляции в работе является понятие проблемности, анализировались исследования процессов мышления, принятия решений, планирования (Г.А. Балл, А.В. Брушлинский, М.И. Воловикова, Д.Н. Завалишина, А.В. Карпов, Б.Ф. Ломов, А.М. Матюшкин, В.Е. Никифоров, Я.А. Пономарев, Л.М. Фридман и др.).

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являлась деятельность операторов в процессах управления сложными техническими объектами, а именно при возникновении отказов в бортовых системах транспортного космического корабля "Союз-Т" на тренажере и при пилотировании реактивного самолета на авиационном компьютерном симуляторе. Предмет работы заключался в определении стратегии автоматизации управления техникой и изучении возможности ее реализации с учетом особенностей процессов психической регуляции операторской деятельности.

Цель диссертации состояла в разработке нового теоретического принципа распределения функций между человеком и автоматикой с учетом особенностей автоматизации современной сложной техники, а также в его экспериментальном обосновании. Для достижения поставленной цели в работе решались следующие **задачи**.

1. Анализ психологических проблем автоматизации, принципов распределения функций и инженерно-психологических подходов к человеку и технике.
2. Выбор и доработка методологических оснований решения проблемы распределения функций.
3. Разработка нового принципа распределения функций.
4. Анализ механизмов психической регуляции операторской деятельности в контексте реализации предлагаемого принципа.
5. Разработка специального метода оценки субъективной сложности операторской деятельности, позволяющего осуществлять резервирование оператора автоматикой при возникновении у него серьезных проблемностей.
6. Экспериментальная проверка разработанного принципа распределения функций в лабораторных условиях.

Гипотеза. Доминирующим фактором, негативно влияющим на надежность современной сложной техники в непредвиденных ситуациях межсистемных взаимодействий, является потенциальная неадек-

ватность количественных критериев в программах автоматике, с помощью которых разработчики формализуют свои представления о процессах управления, в том числе реализуемых человеком. Преодолеть указанную неадекватность можно за счет резервирования (замены) автоматике оператором, использующим преимущественно качественные критерии. Однако, в силу изначальной неизвестности непредвиденных ситуаций даже профессионалы могут принимать в них неправильные решения, которые будут связаны с высокой субъективной сложностью деятельности. В этих случаях необходимо осуществление такой функции техники, как резервирование оператора автоматикой в ходе выполнения им профессиональных функций. Тем самым распределение функций между оператором и автоматикой должно строиться по процессуальной логике их взаимного резервирования.

Оценка субъективной сложности деятельности может быть осуществлена на основе обращения к концепции проблемностей, содержательно раскрывающей процессы ее психической регуляции на разных уровнях. Для реализации резервирования оператора автоматикой в качестве параметра субъективной сложности деятельности возможно использование длительности межсаккадических интервалов (МСИ) движений глаз.

Научная новизна и теоретическая значимость. В работе впервые выделено явление, которое заключается в новом типе отказов автоматике, а именно в отключении в непредвиденных ситуациях *исправных, нормально работающих* блоков систем как основных, так и резервных. Это во многом нивелирует основной принцип обеспечения надежности, заключающийся в их многократном резервировании. Причиной указанных отказов является потенциальная неадекватность количественных критериев, используемых разработчиками в программах автоматике при организации межсистемных взаимодействий.

Выделенное явление характеризует не любую технику, а ее наиболее сложный класс. В качестве методологического основания решения проблемы распределения функций в работе применены понятия и принципы межсистемного подхода, что позволило характеризовать такие технические объекты, управляемые человеком, как системные человеко-машинные комплексы.

Показано, что в основе распределения функций должно лежать не сравнение возможностей человека и автоматике, а синтез двух типов

критериев – количественных и качественных, используемых в процессах управления: первые – преимущественно разработчиками автоматизированных систем, вторые – операторами. В то же время принцип взаимного резервирования дополняет и развивает принцип активного оператора в части резервирования автоматики оператором.

Разработанный принцип распределения функций – взаимного резервирования оператора и автоматики – представляет новое решение проблемы надежности с учетом отмеченной выше принципиальной особенности автоматизации. Его применение позволит осуществить своеобразную форму активной помощи или даже страховки оператора в сложных ситуациях. Одновременно обеспечивается и определенная гарантия для разработчиков техники по предотвращению ошибок операторов, которые возможны в ситуациях с высокой субъективной сложностью деятельности. Тем самым фактически реализуется обоюдная защита и оператора, и техники, а также может быть преодолено противопоставление человека и автоматики, а точнее, противодействие между операторами и разработчиками, основанное на их недоверии друг к другу, когда разработчики опасаются ошибок операторов и стремятся полностью все автоматизировать, а операторы боятся неверных действий автоматики и настаивают на ручном управлении.

Для эмпирической реализации разрабатываемого принципа оператора и автоматики в ходе выполнения им профессиональной деятельности предлагается конкретный концептуальный аппарат. Основным понятием выступает "субъективная сложность деятельности" и ряд сопряженных с ним – "объективная сложность деятельности" (сложность выполняемых профессиональных функций по контролю и управлению техническими системами), "предельно-допустимая субъективная сложность деятельности" (определяемая через выделение прежде всего минимально-необходимого уровня психической регуляции, необходимого для выполнения профессиональных функций некоторой объективной сложности) и т.д.

Субъективная сложность операторской деятельности содержательно раскрывается на основе новой теоретической концепции проблемностей, соотносящей субъективную сложность с разными уровнями психической регуляции. Психическая регуляция рассматривается как процесс возникновения и преодоления несоответствия между объективной реальностью и ее субъективным отражением. Степень ука-

занного несоответствия определяет сложность и временной масштаб протекания процессов регуляции.

Превышение оператором предельно-допустимой величины субъективной сложности и обуславливает необходимость резервирования оператора автоматикой. Принцип соответствия между объективной сложностью деятельности и минимально необходимой для ее преодоления субъективной сложностью подтвержден экспериментально.

Кроме того, в качестве параметра оценки субъективной сложности деятельности рассматривается длительность межсаккадических интервалов, отражающая продолжительность фиксаций и дрейфовых движений глаз. С помощью специально разработанной процедуры таксономии выделены диапазоны изменения МСИ для разных уровней психической регуляции, количественно оценивающие временной масштаб их протекания. При обеспечении достоверности таксономии реализован принцип организации взаимодействия качественных и количественных методов, устанавливающий приоритет качественных параметров над количественными, что выражается в изменении первоначального алгоритма таксономии в соответствии с результатами анализа проблемностей.

В качестве перспективного направления в резервировании оператора автоматикой с учетом субъективной сложности, возникающей под влиянием внешних экстремальных условий, проведено экспериментальное исследование по выявлению специфических проблемностей, возникающих при регуляции функциональных состояний. Обобщенная модель психической регуляции деятельности и функциональных состояний операторов построена на основе сочетания внутрисистемного и межсистемного подходов. Впервые для этих целей использован анализ движений глаз и получены оценки таксонов межсаккадических интервалов для уровней обобщенной модели регуляции.

Подводя итоги, можно определить новизну работы как новое решение одной из основных инженерно-психологических проблем – распределения функций между человеком и автоматикой, начиная от теоретического принципа и заканчивая его экспериментальным обоснованием. В то же время, часть материалов, используемых в работе, получена в ходе совместных исследований с Ю.Я. Голиковым. К ним относится разработка понятий и принципов межсистемного подхода,

концепции проблемностей и модели психической регуляции деятельности и функциональных состояний.

Практическая значимость. Выделение нового типа отказов автоматики по отключению исправных основных и резервных блоков систем из-за потенциальной неадекватности количественных критериев в программах контроля и диагностики в непредвиденных ситуациях межсистемных взаимодействий существенно изменяет подходы к автоматизации для многих видов техники (в космонавтике, атомной энергетике и т.д.), а также обеспечивает более глубокий анализ причин происходящих аварий и катастроф. Разработка принципа взаимного резервирования оператора и автоматики, а также метода регистрации и таксономии межсаккадических интервалов движений глаз создает важные предпосылки практического решения проблем автоматизации и обеспечения надежности управления техникой. Кроме того, указанный метод может быть использован для анализа и оценки операторской деятельности как в реальных условиях, так и в процессе профессиональной подготовки на тренажерах.

Основные результаты работы использовались при выполнении НИР "Эргономика-2" и "Эргономика-3" с ведущим проектным институтом Российского авиационно-космического агентства ЦНИИ машиностроения. В ходе данных НИР на основе принципа взаимного резервирования оператора и автоматики предложена модификация перспективного режима полуавтоматического сближения без использования радиотехнических измерителей для космического корабля "Союз-ТМ".

Исследования, результаты которых вошли в работу, поддерживались грантами Российского фонда фундаментальных исследований (№ 93-06-10765) и Российского гуманитарного научного фонда (№ 95-06-17245, 95-06-17272 и 96-03-16095).

Материалы диссертации положены в основу лекций спецкурсов по общей и инженерной психологии, читаемых автором в Российском центре гуманитарного образования (с 1999 года – Государственный университет гуманитарных наук) и Московском физико-техническом институте. Они также вошли в учебное пособие по эргономике для студентов высших учебных заведений, обучающихся по экономическим специальностям.

Положения, выносимые на защиту.

1. Разработан новый принцип взаимного резервирования оператора и автоматики в ходе выполнения им профессиональной деятельности, который формулируется следующим образом: оператор резервирует автоматику (в случае возникновения отказов техники или непредвиденных ситуаций) посредством инициативного снижения им степени автоматизации; автоматика резервирует оператора (при возникновении в его деятельности высокой субъективной сложности) путем принудительного повышения степени автоматизации процессов управления. Полуавтоматические режимы должны рассматриваться как основные в процессах управления, а автоматические и ручные – как резервные для страховки оператора и автоматики соответственно.

2. Многократное резервирование как основной принцип обеспечения надежности во многом обесценивается возможностью возникновения нового типа отказов автоматики: отключения в непредвиденных ситуациях управления исправных блоков систем как основных, так и резервных. Причина указанных отказов заключается в потенциальной неадекватности количественных критериев, используемых разработчиками при формализации своих представлений о процессах управления в автоматических программах диагностики функционирования систем, при организации межсистемных взаимодействий.

3. Субъективная сложность деятельности (в соотношении с объективной сложностью) может быть рассмотрена как основной показатель, определенные значения которого инициируют резервирование оператора автоматикой. Содержательный анализ субъективной сложности деятельности возможен посредством использования концепции проблемностей, раскрывающей многоуровневые особенности процессов психической регуляции. При этом субъективная сложность деятельности выражается в актуализации, включенности разных уровней регуляции. Резервирование оператора автоматикой следует осуществлять при превышении им предельно-допустимой величины субъективной сложности, которая должна определяться в зависимости от сложности профессиональных функций в режимах управления (объективной сложности деятельности).

4. Автоматическая оценка субъективной сложности деятельности, необходимая для практической реализации принципа взаимного резервирования оператора и автоматики, возможна с помощью таксоно-

мии межсаккадических интервалов движений глаз. Выделение параметров таксонов МСИ основывается на теоретическом представлении о различиях во временном масштабе протекания процессов психической регуляции на разных уровнях. Достоверность выделения количественных параметров таксонов МСИ обеспечивается сопоставлением с результатами качественного анализа проблемностей. Этим достигается переход количественной оценки конкретных МСИ по номерам таксонов в динамике деятельности в качественную – по уровням психической регуляции.

5. Выделение специфических проблемностей по регуляции функциональных состояний позволяет получить предварительные параметры таксонов МСИ движений глаз для уровней обобщенной модели психической регуляции. Тем самым создаются предпосылки для резервирования оператора автоматикой при возникновении субъективной сложности, связанной не только с выполнением профессиональных функций, но и с регуляцией и саморегуляцией функциональных состояний.

Апробация работы проведена на совместном заседании лаборатории психологии труда, лаборатории системных исследований психики и группы инженерной психологии и эргономики Института психологии РАН. Материалы диссертации докладывались на всероссийских и международных конференциях и конгрессах. Наиболее важными из них являются следующие: 7-я Всесоюзная конференция по инженерной психологии (Ленинград, 1990), 3-й Европейский психологический конгресс (Тампере, Финляндия, 1993), 3-и Международные Ломовские чтения (Москва, 1996), 2-я Международная конференция "Деятельность и технологии автоматизации" (Флорида, США, 1996), 24-й Международный психологический конгресс (Монреаль, Канада, 1996), научная конференция Института психологии РАН (Москва, 1997), 13-й конгресс Международной эргономической ассоциации IEA'97 (Тампере, Финляндия, 1997), научная конференция "Образ в регуляции деятельности" (Москва, 1997), 3-й съезд Российского общества психологов (Ярославль, 1998).

Структура и объем диссертации. Работа содержит введение, 8 глав, заключение, выводы и библиографию из 332 источников, из них 81 иностранный. Объем работы составляет 351 страница, в тексте имеется 37 рисунков и 13 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава содержит анализ психологических проблем, возникающих в процессе автоматизации процессов управления сложными техническими объектами, и обзор принципов распределения функций между человеком и автоматикой. Указанные проблемы уже коротко перечислены в обосновании актуальности работы. Остановимся на сути выделенного нами принципиально новой особенности автоматизации.

Впервые с нетрадиционными отказами, связанными не с реальными поломками техники, а с неадекватной работой автоматики при диагностике бортовых систем, столкнулись в отечественной космонавтике в 80-х годах. Так, при сближении космического корабля "Союз Т-6" с орбитальной станцией "Салют-7", научных модулей "Квант-1", "Квант-2" и "Кристалл", а также беспилотных грузовых кораблей "Прогресс М-7" и "Прогресс М-24" с орбитальной станцией "Мир" в результате ложной диагностики автоматика прекращала нормально проходившие автоматические режимы.

Ложная диагностика происходила из-за неадекватности тех или иных количественных критериев в автоматических программах управления, когда несовпадение измеряемых и расчетных параметров функционирования систем интерпретировалось автоматикой как отказ какого-либо их блока, хотя реально он отсутствовал. Причина рассогласования заключалась в неоднозначности формализации непредвиденных ситуаций межсистемного взаимодействия в моделях управления, используемых разработчиками. Но тогда перестает действовать основной принцип обеспечения надежности, заключающийся в резервировании отказавших блоков систем, т.к. если неверен критерий диагностики, то автоматика отключит любое количество исправной резервной аппаратуры, сколько бы комплектов ее не было. Таким образом, в проблеме обеспечения надежности возникает *принципиально новое явление: потенциальная неадекватность используемых разработчиками техники количественных критериев в программах автоматики и возможность диагностики ими ложных, несущее*

ствующих отказов с последующим отключением исправных блоков систем как основных, так и резервных.

Реализация управления в этом случае возможна только путем резервирования автоматики оператором на основе использования им критериев другого рода – не количественных, а *качественных критериев оценки надежности*, позволяющих проводить целостный анализ возникающих ситуаций. Собственно говоря, таковыми являлись действия и первого советско-французского экипажа, и персонала Центра управления полетами в описанных выше случаях.

Возможности проведения качественного, содержательного анализа ситуаций оператором определяются его профессиональным опытом, знаниями и умениями, способностями к творческому мышлению, психологической готовностью принятия ответственных решений в экстремальных условиях. Но даже профессионалам высокого класса это иногда не удается. *Поэтому человек не всегда способен выполнить функцию по резервированию автоматики в изначально неизвестных и неопределенных ситуациях, нелинейных и неустойчивых процессах межсистемного взаимодействия.* В этих условиях возможны ошибочные, несанкционированные действия, несоблюдение профессиональных норм и даже отказ от деятельности. Выходом из ситуации может быть реализация обратной функции – резервирования оператора автоматикой.

Выделенная новая особенность автоматизации приводит к необходимости разработки новых принципов распределения функций. Однако, прежде всего необходим анализ методологических оснований решения указанной проблемы, который был проведен во второй главе.

Спектр инженерно-психологических подходов к человеку и технике и концепций автоматизации уже коротко обрисован в разделе теоретического обоснования диссертации. Но, как уже отмечалось, выделенную нами особенность автоматизации учитывает равнозначный подход (Ю.Я. Голиков). Следовательно, разрабатываемый принцип распределения функций должен раскрывать конкретную логику осуществления смены доминант между разработчиками и операторами в управлении.

В то же время возможность смены доминант в управлении равносильна смене системообразующего фактора, что выходит за рамки

принципов системного подхода. Как известно, в настоящее время любой технический объект, управляемый человеком, рассматривается как система "человек-машина", так как общим теоретико-методологическим основанием изучения объектов сложной природы является системный подход. Применение системного подхода в психологии прежде всего связано с работами Б.Ф. Ломова, П.К. Анохина, в настоящее время его отдельные принципы развиваются Ю.И. Александровым, Л.И. Анцыферовой, Д.Н. Завалишиной, В.А. Барабанщиковым, А.А. Митькиным и др.

В системных исследованиях существуют различные варианты системного подхода (И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин, В.С. Тьютин, А.И. Уемов, Ю.А. Урманцев и др.), а также классификаций систем (Н.Т. Абрамова, Д.С. Конторов, Ю.А. Шрейдер, Дж. Клир, В.Н. Костюк и др.). Наибольшее признание в отечественных системных исследованиях получил вариант И.В. Блауберга, В.Н. Садовского, Э.Г. Юдина, которые дали свое определение системы и сформулировали ряд принципов системного подхода, главным из которых является принцип целостности. Однако эти принципы обладают внутренней противоречивостью, исходя из которой В.Н. Садовский сформулировал несколько парадоксов системного мышления, в частности, иерархичности и целостности. Кроме того, стремление к общности и универсальности понятия системы приводят по определению В.С. Тьютина к "парадоксу универсальности" (или "призраку тривиальности").

По нашему мнению, главная причина неопределенности принципов системного подхода заключается в неадекватном распространении понятия системы на абсолютно все существующие в действительности объекты сложной природы, в том числе с дезинтегрирующими и иррациональными типами связей и взаимодействий, что заставляет рассматривать в качестве систем совокупности объектов, заведомо не имеющих целостности. Существование именно таких дезинтегрирующих, иррациональных межсистемных взаимодействий отмечалось при выделении нового типа отказов. Поэтому для исследования иррациональных межсистемных взаимодействий необходима разработка новых, дополнительных понятий и принципов.

В качестве основного понятия, определяющего сам объект, который не имеет целостности, но обладает свойствами дезинтегрирующих, иррациональных межсистемных взаимодействий, используется

понятие "системный комплекс". Это понятие уже использовалось В.П. Кузьминым, признававшим целесообразность разделения исследования целостных систем и системных комплексов. Однако в отличие от сделанного им акцента на разнокачественности систем, нами системный комплекс определяется как некоторое множество самостоятельных систем, иррационально взаимодействующих между собой. При этом под понятием "иррациональное" понимается потенциальные непознанность, непредсказуемость, парадоксальность, неупорядоченность, нецелесообразность, которые актуализируются, проявляются в ходе межсистемных взаимодействий.

Свойства объекта как системного комплекса выражают следующие принципы: соединенности (в отличие от целостности), отражающий основное качество системного комплекса – наличие иррациональных межсистемных взаимодействий при объединении самостоятельных систем в комплекс; неупорядоченного множества, определяющий состав совокупности систем, входящих в комплекс, и ее наиболее характерное свойство – неупорядоченность; вариативности, задающий многообразие и допустимость значительной изменчивости типов межсистемных взаимодействий; иррегуляции, выражающий непропорциональность и несоизмеримость между воздействиями и их результатами в процессе межсистемных взаимодействий; неоднозначной обусловленности, который определяет содержание и характер межсистемных взаимодействий в зависимости от соотношения между целями, ценностями и нормами отдельных систем; разнонаправленной активности, раскрывающий возможность многовариантности процессов функционирования и развития системного комплекса.

Полагается, что разработанные понятия и принципы могут стать основой новой методологической позиции – *межсистемного подхода* – для рассмотрения системных комплексов как одного из классов объектов сложной природы (Ю.Я. Голиков, А.Н. Костин). При этом удалось разрешить упомянутые выше парадоксы системного подхода, сформулированные В.Н. Садовским. Одновременно системный подход остается методологической позицией для изучения другого класса сложных объектов – систем, но по существу понятий и принципов его следует считать *внутрисистемным подходом* (И.В. Блауберг, В.Н. Садовский, Э.М. Мирский).

Выделение нового типа отказов вследствие иррациональности межсистемных взаимодействий в нерасчетных ситуациях управления приводит к тому, что решение проблем автоматизации в соответствующем классе техники должно осуществляться с позиций межсистемного подхода. Их характер, причины и последствия адекватно раскрывают принципы соединенности, вариативности и иррегуляции. Поэтому управляемые человеком технические объекты в этом классе необходимо рассматривать как *"системные человеко-машинные комплексы"* (СЧМК). Равнозначный подход к автоматизации фактически является следствием межсистемного подхода, т. к. направлен на преодоление и одностороннего доминирования разработчиков или операторов.

Собственно новый принцип распределения функций для СЧМК, который реализует смену ведущих ролей между ними, излагается в третьей главе. При этом, как уже отмечалось, ведущая роль оператора может быть реализована за счет осуществления им функции резервирования автоматики в непредвиденных ситуациях; соответственно ведущая роль разработчиков будет проявляться в функции резервирования оператора автоматикой.

В некоторой общей форме резервирование автоматики оператором требует снижения степени автоматизации; в свою очередь, резервирование оператора автоматикой может быть выполнено посредством ее принудительного повышения. Для этого автоматические программы управления СЧМК должны образовывать иерархическую структуру, уровни которой (от низшего к высшему) можно определить по специфике объекта управления: отдельный блок системы, подсистема или совокупность блоков системы, отдельная система, часть комплекса или некоторая совокупность систем, весь комплекс систем СЧМК.

В силу принципиальной ограниченности формализации межсистемного взаимодействия полная автоматизация на высших уровнях (совокупностей систем и комплекса в целом) недостижима. Именно на этих уровнях операторы и должны осуществлять свои профессиональные функции, компенсируя ограниченную адекватность моделей управления способностью качественного анализа и прогнозирования ситуации, в том числе меняя количественные критерии в программах автоматики.

Поэтому распределение функций между оператором и автоматикой должно строиться таким образом, чтобы до определенного уровня программ управления, на котором количественные критерии еще имеют достаточно высокую степень адекватности, управление СЧМК реализовывалось автоматикой, а на более высоких – оператором. Этот уровень, который в основном должен охватывать взаимодействие между некоторой совокупностью систем, но может меняться в зависимости от сложности условий управления, будет являться некоторым *основным полуавтоматическим режимом управления*.

Резервирование автоматики оператором будет производиться посредством самостоятельного снижения им степени автоматизации при возникновении отказов и нерасчетных ситуаций, с которыми не могут справиться программы управления нижележащих уровней, в том числе с помощью технического резервирования. И чем ниже уровень программ управления, на котором возникает отказ или ситуация, тем меньше должна выбираться и степень автоматизации, включая переход на ручное управление. Отличие от традиционного дублирования автоматики человеком состоит только в том, что само резервирование оператор должен осуществлять с помощью не только количественных критериев, указанных в эксплуатационной инструкции, но и по качественным критериям.

Для *резервирования оператора автоматикой* реализуется обратный процесс – принудительное повышение степени автоматизации. Необходимость этого резервирования возникает тогда, когда оператор не может найти решения по выходу из непредвиденной ситуации. Иначе говоря, он оказывается в ситуации, в которой субъективная сложность деятельности гораздо выше, чем в нормальных условиях. Поэтому резервирование оператора автоматикой должно происходить при превышении некоторой нормативной величины субъективной сложности деятельности, допустимой для профессиональных функций в данном режиме управления. И чем больше превышение этой нормативной величины, тем выше должна устанавливаться степень автоматизации, включая в предельном случае и переход на автоматический вариант осуществляемого режима управления, если он возможен. В противном случае должны реализовываться автоматические режимы, но не по достижению основной цели управления, а резервные или ава-

рийные режимы, обеспечивающие прежде всего надежность и безопасность СЧМК.

Повышение степени автоматизации, освобождая оператора от функций по управлению, тем самым предоставляют ему возможность для более полного и детального анализа ситуации. И если ситуация разъясняется, то оператор осуществляет переход обратно к полуавтоматическому режиму управления, если же нет – контролирует ход автоматического режима.

В то же время высокая субъективная сложность деятельности может возникнуть при принятии оператором нестандартного, творческого, интуитивно найденного решения, радикальным образом меняющего стратегию процесса управления. В этом случае *оператор должен иметь право снизить степень автоматизации до первоначального полуавтоматического режима или даже ниже вплоть до ручного, ввести запрет на ее принудительное повышение и реализовать принятое решение.* Затем оператор может перейти к нужному варианту полуавтоматического режима и снять введенный запрет.

Необходимо отметить, что у оператора может возникнуть высокая субъективная сложность и по причинам, не относящимся к выполнению профессиональных функций. В этом случае оператор возвращается к первоначальному полуавтоматическому режиму без введения указанного выше запрета. Тем самым будет обеспечена практическая возможность преодоления неизбежной неадекватности предлагаемой стратегии изменения степени автоматизации.

Для осуществления функции резервирования оператора автоматикой необходимы методы автоматической оценки субъективной сложности его деятельности, которые можно реализовать с помощью вычислительных средств СЧМК. В связи с тем, что из-за возможности изменения степени автоматизации деятельность операторов СЧМК является существенно нестационарной по сложности, а динамика деятельности обеспечивается регулятивной функцией психики, для решения указанной задачи используются концепция проблемностей и многоуровневая структура психической регуляции. Их изложению посвящены **четвертая и пятая главы.**

Полагается, что направленность активности и содержание психической регуляции деятельности и поведения человека определяют возникновение и преодоление несоответствия между объективной ре-

альностью и ее субъективным отражением вследствие значимых для человека изменений или событий. Фактически данное несоответствие является иницирующим фактором регуляции. Оно имеет разные формы и заключается в новизне, неизвестности, неопределенности, неоднозначности для субъекта происходящих объективных событий или в затруднениях при раскрытии их причин, а также неясности, неопределенности возникающих у человека ощущений, образов, идей, интересов и т.д. При этом степень несоответствия определяет типы психической активности: текущей – для некоторой минимальной величины несоответствия, когда происходит быстротечный, непосредственный чувственно-практический контакт человека с действительностью; ситуативной – при достаточно существенной степени, приводящей к оценке событий в рамках заметных временных интервалов; долгосрочной – при очень существенных несоответствиях, преодолеваемом при организации психической активности в рамках длительных периодов времени.

Необходимо особо отметить, что сложность процессов регуляции, определяемая степенью несоответствия между объективной действительностью и ее субъективным отражением, обуславливает временной масштаб протекания регуляционных процессов в выделенных типах психической активности. При этом временные характеристики указанных процессов для каждого типа активности должны изменяться в определенном диапазоне, т.к. при превышении некоторых допустимых пределов временных задержек, связанных с формированием и преодолением указанного несоответствия, его осуществление становится невозможным. Связь типов психической активности с особенностями временной организации деятельности отмечалась К.А. Абульхановой-Славской, Д.Н. Завалишиной, Г.М. Зарковским, В.П. Зинченко, Ю.К. Стрелковым и др.

В связи с тем, что перечисленные формы несоответствия носят проблемный характер, они объединяются одним общим понятием – "проблемность". Данное понятие используется для обозначения психологических трудностей и оценки сложности задач Г.А. Баллом, А.В. Брушлинским, М.И. Володиной, Л.М. Фридманом, Д.Е. Берлайном, В.Р. Рейтманом и др. Таким образом, **проблемность** определяется как психическое явление, возникающее вследствие субъективно значимого изменения объективной действительности и ее психического отра-

жения и представляющее одну из форм несоответствия между ними, появление и преодоление которого обеспечивается механизмами психической регуляции.

Каждому из трех типов активности соответствует некоторый класс проблемностей, определяемый по степени указанного несоответствия: проблемные моменты (при незначительных изменениях), проблемные ситуации (при достаточно существенных изменениях) и проблемы (при очень серьезных, неожиданных изменениях). Эти классы вместе составят шкалу проблемностей и определяют качественные особенности и закономерности процессов психической регуляции на разных уровнях: непосредственного взаимодействия, опосредованной координации, программно-целевой организации, личностно-нормативных изменений и мировоззренческих коррекций (см. таблицу 1). Связывая происхождение проблемности с постоянно возникающими изменениями в окружающем, объективном и во внутреннем, субъективном мире человека, изложенный подход позволяет представить психическую регуляцию как непрерывный, недизъюнктивный (А.В. Брушлинский) процесс и раскрыть ее детерминанты.

В качестве примеров проблемных моментов можно привести проблемности в различении и опознании состояний или месторасположения сигнализаторов, различении и перекодировке команды управления, определении усилия, длительности или очередности нажатия клавиш в команде управления. Среди проблемных ситуаций можно отметить проблемности в анализе и оценке отдельной фазы процесса управления, в понимании его общих особенностей и закономерностей, формировании целей и программы управления. К проблемам относятся проблемности в формировании, трансформации и изменении профессиональных и межличностных норм поведения и деятельности, выработанных личностью, а в наиболее сложных условиях также в корректировке элементов системы профессиональных знаний.

В то же время следует учесть, что класс возникающих проблемностей в следствие одних и тех же изменений существенно зависит от обученности человека. Так, какие-то события в процессе управления (возможно даже отказы и нештатные ситуации), являющиеся привычными для профессионала и приводящие к возникновению в его деятельности лишь проблемных моментов, у новичка могут вызвать возникновение проблем.

Таблица 1

Соответствие между классами проблемностей
и уровнями психической регуляции

Класс проблемностей	Содержание процессов психической регуляции	Уровень психической регуляции
Проблемные моменты	Организация непосредственного чувственно-практического контакта с действительностью	Непосредственного взаимодействия
Проблемные ситуации	Пространственно-временная ориентация и логическая координация деятельности	Опосредованной координации
	Анализ общих особенностей и закономерностей деятельности, поиск и формирование ее целей и программ	Программно-целевой организации
Проблемы	Формирование и изменение профессиональных, социальных, морально-этических и нравственных норм поведения и деятельности, выработанных и принятых личностью	Личностно-нормативных изменений
	Дополнение и коррекция системы знаний, убеждений и идеалов о природе, технике, человеке и обществе	Мировоззренческих коррекций

В связи с тем, что на каждом из уровней регуляции происходит преодоление проблемностей определенной сложности, то субъективная сложность деятельности как степень организованности процессов психической регуляции будет выражаться в актуализации, включенности разных уровней регуляции. Основываясь на принципе необходимого разнообразия У.Р. Эшби и принципе минимально необходимой организованности В.С. Тьютина, принципе необходимой сложности А.И. Яблонского, полагается, что для выполнения профессиональных функций определенной сложности, отражающей объективную сложность деятельности, требуется актуализация соответствующего минимально необходимого уровня психической регуляции. Аналогичная зависимость между уровнем сложности задач и уровнем антиципации, являющейся одним из проявлений регуляционных процессов, отмечалась Б.Ф. Ломовым и Е.Н. Сурковым.

Указанная взаимосвязь отражает суть *принципа соответствия* между объективной сложностью деятельности и минимально необходимой для ее преодоления субъективной сложностью. Из него следует, что выполнение оператором некоторых профессиональных функций может сопровождаться актуализацией гораздо более высоких уровней регуляции, чем минимально необходимый, но ниже его субъективная сложность деятельности опускаться не может.

В динамике деятельности проблемности могут преодолеваются как изолированно, так и образовывать некоторые последовательности – алгоритмы разрешения проблемностей. Переходы в алгоритме могут осуществляться между проблемностями как одного и того же, так и разных уровней регуляции. Тем самым получает дальнейшее развитие алгоритмический подход к анализу деятельности Г.М. Зарковского, но в качестве элементов алгоритмов используются уже не оперативные единицы деятельности, а проблемности.

Вследствие взаимной обусловленности проблемностей в образующихся последовательностях, эти алгоритмы обладают определенной целостностью, в силу чего процессы их преодоления должны реализовываться в рамках некоторой оперативной системы регуляции. Ведущий уровень регуляции в данной системе определяется проблемностью максимального уровня из встречающихся в алгоритме, которая задает его класс.

При исследовании нестационарной деятельности в целом, характерной для операторов СЧМК, необходимы в первую очередь анализ ее макродинамики, т.е. переходов между оперативными системами или алгоритмами разрешения проблемностей. В связи с тем, что на каждом из временных интервалов существования оперативных систем регуляции доминирует определенный тип психической активности, анализ макродинамики деятельности можно проводить по временным параметрам интервалов актуализации, включенности ведущих уровней регуляции.

Завершенный процесс функционирования оперативной системы регуляции по реализации алгоритма разрешения проблемностей определяется как *цикл регуляции*. В связи с тем, что каждому типу психической активности соответствует определенный временной масштаб процессов ее протекания, длительность циклов регуляции для каждого из уровней должна находиться в определенном диапазоне и увеличи-

ваться при росте уровней. При этом отличия указанных временных масштабов на соседних уровнях будут размытыми.

В итоге, деятельность операторов в динамике представляется, с одной стороны, в виде последовательной смены алгоритмов разрешения проблемностей разных классов и, с другой стороны, как последовательность разноуровневых циклов регуляции. Выбор и разработка соответствующих методов анализа излагается в шестой главе.

Прежде всего показаны ограниченность методов оценки рабочей нагрузки (Г. Саммер, Б.Х. Кантовиц, П.А. Хэнкок, В. Райли и др.), причем как на основе вопросников (NASA-TLX), так и психофизиологических. Ее основными причинами являются, во-первых, смешение в данном понятии сложности и трудоемкости деятельности, во-вторых, – использование непрерывной однородной шкалы оценки, что принципиально не учитывает качественную неоднородность деятельности при смене уровней психических процессов. Несмотря на большую содержательность, аналогичными недостатками обладают и методы "осознание ситуации" (situation awareness) – А.Дж. Таттесалл, К.А. Морган, Н.Б. Сартер, М.Р. Эндсли и др.

Содержательный анализ деятельности в работе осуществляется качественным методом анализа проблемностей, разработанным Ю.Я. Голиковым, с помощью которого проводится интерпретация и обобщение данных наблюдения, опроса и репортажа оператора. Сущность метода заключается в том, что первоначально по результатам профессиографического изучения особенностей функций операторов составляются массивы возможных видов проблемностей и их характерных признаков.

Методика анализа проблемностей в индивидуальной деятельности состоит из трех этапов исследований: осуществление наблюдения, опроса и записи репортажа оператора; выделение проблемностей на основе анализа полученных данных; формирование алгоритмов разрешения проблемностей, определение их классности и временных интервалов существования. Все данные заносятся в специальные бланковые формы. В итоге, строится графическое изображение макродинамики деятельности в виде циклограммы классов алгоритмов разрешения проблемностей (АРП), в которой по горизонтали откладывается время деятельности (в секундах), а по вертикали – номер класса АРП.

Пример построенной таким образом циклограммы для деятельности показан на рис. 1.

Для оценки циклов регуляции был разработан метод регистрации и таксономии межсаккадических интервалов движений глаз. Для выделения саккад применялся разработанный нами новый 3-х электродный способ регистрации ЭОГ. Выбор МСИ как параметра оценки циклов регуляции основывался на результатах Ю.Б. Гиппенрейтер, Т.М. Буякас, В.А. Филина, А.Л. Ярбуса, В.Ф. Рубахина, В.П. Зинченко и др., в которых показана, во-первых, зависимость данного параметра от сложности деятельности, во-вторых, особая роль саккад в цикличности поступления зрительной информации и в "квантовании" процессов регуляции, даже если зрение не используется. Саккада и дрейф, как отмечал А.А. Митькин, – это простейшие, генетически заданные виды движений, из которых складывается "двигательная ткань" взаимодействия субъекта восприятия с объектом. С помощью циклов саккада – дрейф, согласно данным В.А. Барабанщикова, достигается цель перцептивной активности. Поэтому по сути межсаккадические интервалы являются временным параметром фиксационных и дрейфовых движений глаз, но само понятие отражает их не геометрический, а фазовый аспект.

Диапазоны изменения МСИ для разных уровней психической регуляции определялись с помощью модификации метода таксономического анализа "ФОРЭЛЬ-1" Н.Г. Загоруйко. Таксоны здесь имеют вид вырожденных гиперсфер единичной размерности, которые характеризуются радиусом и центром, получаемым на основе усреднения МСИ. При этом максимальный диапазон изменения межсаккадических интервалов, заведомо включающий все пять уровней регуляции, при последовательном изменении радиуса разбивался на пять таксонов.

Обоснование процедуры таксономии обеспечивалось посредством сравнения таксонов МСИ с классами алгоритмов разрешения проблемностей. Их существенное первоначальное несовпадение потребовало изменения процедуры таксономии, выразившееся в предварительном нелинейном преобразовании исходного массива данных МСИ с помощью степенной функции. Тем самым была реализована организация взаимодействия качественного и количественного методов.

Разработанный метод таксономии МСИ был обоснован в исследовании особенностей операторской деятельности на лабораторном

варианте тренажера, моделирующего режимы управления тремя бортовыми системами транспортного космического корабля "Союз-Т" в аварийных ситуациях. В исследовании участвовала группа испытуемых из 16 человек – инженеров-испытателей и инструкторов, работающих в космической и авиационной промышленности.

Сложность функций операторов в аварийных ситуациях определяется типом алгоритмов операций по устранению отказов, излагаемых в виде блок-схем в эксплуатационной инструкции, а также количеством контролируемых транспарантов (44 в разных сочетаниях), проверяемых логических условий и выдаваемых команд управления (от 2 до 15). Алгоритмы операций были двух типов: индивидуальные для каждого отказа и частично пересекающиеся для разных ситуаций. Соответственно, режимы управления были разбиты на две группы: относительно простые по работе с отдельными расчетными отказами и более сложные с комбинациями из 2-3 расчетных нештатных ситуаций в разных системах, а также с нерасчетными отказами, ранее неизвестные оператору.

Профессиональные функции операторов при выполнении режимов первой группы направлены главным образом на организацию внутрисистемного взаимодействия бортовых систем и сводятся к контролю и анализу их состояния и управлению ими преимущественно по количественным критериям функционирования систем. Для второй группы режимов профессиональные функции связаны с необходимостью организации межсистемного взаимодействия, что требует использования качественных критериев, в частности, в случае нескольких отказов нужно оценить их приоритет по влиянию на безопасность в целом. Кроме того, при возникновении нерасчетных отказов следует принять все доступные меры для обеспечения безопасности полета. Каждый испытуемый выполнял по 50-60 режимов управления (30-40 режимов первой группы и примерно 20 режимов второй группы).

Итоговые параметры таксонов для разных уровней регуляции представлены в таблице 2. Размытость таксонов выражается в том, что они перекрываются, т.е. нижняя граница каждого следующего таксона меньше, чем верхняя граница предыдущего. Тем самым МСИ, попадающие в диапазоны перекрытия, нельзя однозначно соотнести с конкретным уровнем регуляции. Размытость границ между соседними таксонами увеличивается при возрастании уровней регуляции.

Для количественной оценки деятельности в процессе экспериментальных исследований параметры таксонов МСИ были введены в программу обработки сигналов ЭОГ. Эта оценка осуществлялась посредством отнесения каждого из регистрируемых МСИ к определенному таксону с помощью его сравнения со значениями верхних границ таксонов. При этом наличие таксонов переводит количественную оценку МСИ (по номерам таксонов) в качественную (по уровням регуляции).

Таблица 2

Параметры таксонов МСИ для модели психической регуляции
операторской деятельности

№	Уровни психической регуляции	Таксоны МСИ (с)
1	Непосредственного взаимодействия	0.03 – 1.0
2	Опосредованной координации	0.9 – 2.0
3	Программно-целевой организации	1.9 – 5.0
4	Личностно-нормативных изменений	4.6 – 11.5
5	Мировоззренческих коррекций	10.7 – 30.0

Программа позволяла получить в реальном масштабе времени графическое представление макродинамики деятельности в виде циклограммы длительностей МСИ, в которой по горизонтальной оси откладывается время деятельности (в секундах), на правой вертикальной оси – величины длительности МСИ (также в секундах), на левой – верхние границы таксонов (они обозначены пунктиром). В качестве примера на рис. 2 показаны данная циклограмма для той же деятельности, результаты содержательного анализа которой представлены на рис. 1.

Результаты исследования позволили выявить особенности нестационарности операторской деятельности в процессе обучения, а также в определенной степени подтвердить принцип соответствия между объективной сложностью деятельности и минимально необходимой для ее преодоления субъективной сложностью. Данное подтверждение основывается на резком повышении субъективной сложности деятельности для режимов второй группы на завершающем этапе обучения по сравнению с режимами первой группы. Тем самым были обеспечены предпосылки для проведения экспериментальной проверки принципа взаимного резервирования, изложению результатов которой посвящена седьмая глава.

В силу того, что проблема резервирования автоматикой человеком теоретически и экспериментально решена в рамках исследований по принципу активного оператора, в работе необходимо было доказать возможность реализации второй части принципа – резервирования оператора автоматикой. Исходя из лабораторных условий экспериментов в качестве объекта управления были выбраны два авиационных компьютерных симулятора по управлению реактивными самолетами, позволяющих осуществлять полет как в ручном режиме, так и в автоматическом режиме на автопилоте, переход на который производился нажатием только одной клавиши.

Для выполнения исследования была создана экспериментальная установка, состоящая из двух соединенных между собой персональных компьютеров. На первом компьютере оператор выполнял режимы управления на симуляторе. Второй компьютер обеспечивал выполнение программы регистрации и анализа межсаккадических интервалов движений глаз операторов, регистрацию нажатий на клавиатуру оператором и выдачу команд принудительного перехода на автопилот в случае превышения предельно-допустимой величины субъективной сложности деятельности.

Перед испытуемым на экране компьютерного монитора отображался вид изнутри кабины самолета. Информация о полете, помимо внешней визуальной обстановки, отображалась на лобовом стекле (шкалы горизонтальной и вертикальной скорости, высоты, курса, а также перекрестье – направление полета, углы крена и тангажа), двух мониторах (карта или сетка относительного положения самолета – левый дисплей, вид на посадочную полосу и дальность до нее – правый дисплей), авиагоризонте, а также несколько цифровых индикаторах (топливомер, показатель тяги двигателей) и транспарантах (положение шасси, закрылок, включения автопилота, угроза попадания в штопор). Управление самолетом осуществлялось с клавиатуры компьютера.

Режимы управления самолетом заключались во взлете, наборе высоты, разворот на 180 градусов, пролете аэродрома, удалении от него на заданное расстояние, повторном развороте в направлении на тот же аэродром, снижении и посадки на него. В ходе эксперимента испытуемый должен был выполнить ряд полетов в обычных условиях (днем, с полным набором средств индикации), а затем в одном или нескольких вариантах усложненных условий (ночью; с неполным соста-

вом средств индикации; с удалением от аэродрома по произвольно заданному направлению; с большой высоты), а также полеты на другом типе самолета, который имел почти те же самые органы управления и средства индикации, но обладал более сложной аэродинамикой.

Для осуществления профессиональных функций операторов в экспериментах, заключавшихся в реализации управляющих воздействий, оценке и анализе визуальной обстановки, состояния индикации и органов управления, параметров полета, пространственного положения самолета, выборе целей и задач полета, минимально необходима включенность, актуализация нижних трех из пяти уровней психической регуляции: непосредственного взаимодействия, опосредованной координации и программно-целевой организации. Таким образом, предельно-допустимая величина субъективной сложности деятельности определяется верхней границей таксона МСИ, соответствующего уровню программно-целевой организации, равной 5 секундам. Соответственно, при возникновении МСИ более указанной порогового значения, происходил принудительный переход на автопилот, в чем и выразилось резервирование оператора автоматикой.

В исследовании приняла участие группа из 14 испытуемых – инженеров, работающих в космической промышленности. Испытуемые в зависимости от опыта работы на используемых симуляторах выполняли от 15 до 20 режимов. Результаты экспериментов показали, что принудительные переходы на автопилот при возникновении МСИ более 5 секунд действительно повышали надежность деятельности. Субъективная сложность деятельности в этих случаях была обусловлена проблемами высших уровней регуляции: личностно-нормативных изменений и мировоззренческих коррекций, которые в основном заключались в необходимости формирования, изменения и дополнения профессиональных норм деятельности, в поиске принципиально нового знания о процессах управления.

Пример характерных экспериментальных результатов и показан на рис. 1 и 2. Принудительный переход на автопилот у оператора Хс в данном режиме произошел при МСИ 8.25 секунд на 29 секунде. Процессы регуляции оцениваются здесь алгоритмами разрешения проблемностей 4-го класса, главные из которых заключаются в пересмотре отдельных профессиональных норм деятельности, связанных с вы-

полнением разворотов, и поэтому относятся к уровню личностно-нормативных изменений.

Неразрешение оператором существенных проблемностей, часто сопровождаемые ошибочными действиями, могло бы привести к созданию опасных ситуаций. Переход на автопилот предоставлял оператору возможность для преодоления возникших проблемностей, а также компенсировал его ошибки, в частности сглаживал резкую динамику полета, ликвидировал опасность срыва в штопор, обеспечивал разворот самолета в правильном направлении. Тем самым повышалась надежность и безопасность полета. Сами операторы переход на автопилот оценивали как средство страховки и помощи в таких субъективно сложных ситуациях.

Таким образом, проведенное экспериментальное исследование подтверждает возможность практической реализации принципа взаимного резервирования оператора и автоматики. В то же время для конкретного объекта управления необходимы не только определение соответствующих предельно-допустимых величин субъективной сложности деятельности, но и разработка специальных автоматических режимов для резервирования оператора автоматикой.

Резервирование оператора автоматикой можно осуществить при возникновении субъективной сложности, связанной не только с выполнением профессиональных функций, но и с саморегуляцией функционального состояния под влиянием внешних экстремальных условий. В связи с этим в восьмой главе излагаются предварительные результаты по разработке обобщенной модели психической регуляции и экспериментального изучения с использованием метода таксономии МСИ движений глаз некоторых видов проблемностей, связанных с регуляцией функционального состояния. При этом анализ движений

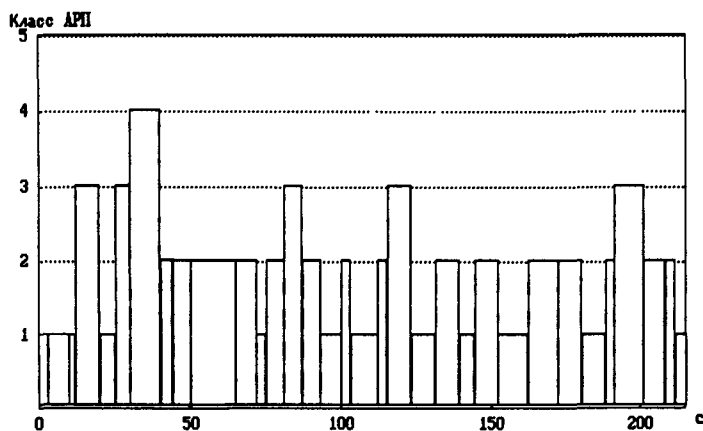


Рис. 1. Циклограмма классов алгоритмов разрешения проблемностей для испытуемого Хс при пилотировании самолета в режиме 20

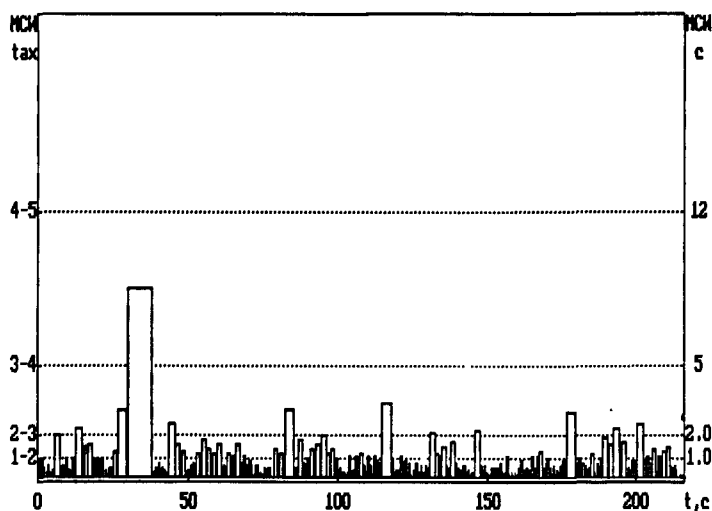


Рис. 2. Циклограмма длительностей МСИ у испытуемого Хс при пилотировании самолета в режиме 20.

глаз для исследования функциональных состояний применен впервые.

Обобщенная модель психической регуляции деятельности и функциональных состояний операторов разработана на основе сочетания внутрисистемного и межсистемного подходов, а также рассмотрении саморегуляции функциональных состояний как особого вида деятельности, разрабатываемого Л.Г. Дикой. В соответствии с типами психической активности в данной модели выделены три самостоятельные системы, каждая из которых имеет по три уровня регуляции: средний – отражает ее специфичность, а крайние – обеспечивают попарное соединение систем в метасистему и поэтому имеют определенную общность (см. рис. 3).



Рис. 3. Структура систем в обобщенной модели психической регуляции (1-9 – уровни регуляции в системах).

Именно следствия межсистемного подхода позволяют выявить последовательные наложения систем за счет общности протекания психических процессов регуляции на пограничных уровнях. Характеристики проблемностей для обобщенной модели даны в таблице 3.

Таблица 3

Соответствие между классами проблемностей
и уровнями психической регуляции для обобщенной модели

Класс проблемностей	Содержание процессов психической регуляции	Уровень психической регуляции
Проблемные моменты	Обеспечение адекватности психофизиологических процессов жизнедеятельности организма	Активационно-энергетической стабилизации
	Организация непосредственного чувственно-практического контакта с действительностью	Непосредственного взаимодействия
Проблемные ситуации	Пространственно-временная ориентация и логическая координация деятельности	Опосредованной координации
	Эмоциональные реакции по мобилизации ресурсов организма в случае потенциальной опасности или его расслаблению в случае приятных, позитивных впечатлений	Ситуативного реагирования
	Эмоциональные переживания по овладению негативными состояниями и коррекции позитивных состояний	Эмоционального овладения
	Моральные, интеллектуальные и эстетические чувства, заставляющие изменять поведение и деятельность	Чувственной устремленности
	Анализ общих особенностей и закономерностей деятельности, поиск и формирование ее целей и программ	Программно-целевой организации
Проблемы	Формирование и изменение профессиональных, социальных, морально-этических и нравственных норм поведения и деятельности, выработанных и принятых личностью	Личностно-нормативных изменений
	Дополнение и коррекция системы знаний, убеждений и идеалов о природе, технике, человеке и обществе	Мировоззренческих коррекций

С позиции совместного анализа психической регуляции деятельности и функциональных состояний необходимо выделить еще не-

следованных, новых уровней: активационно-энергетической стабилизации в системе текущей регуляции и всех трех уровней в системе ситуативной регуляции. Для достижения поставленной цели были разработаны две тестовых методики.

Первая методика направлена на оценку уровня активационно-энергетической стабилизации в системе текущей регуляции. Применительно к проблеме распределения функций следовало оценить возможность резервирования оператора автоматикой в случае крайней физической усталости. Задание заключалось в необходимости стабилизации тела в неудобной позе: полуприседание на одной ноге с вытянутой вперед другой ногой и поддержание данной позы волевыми усилиями вплоть до возможного предела.

Вторая тестовая методика должна была вызывать проблемности эмоционального характера на разных уровнях системы ситуативной регуляции. Ее целью могла бы быть оценка возможности резервирования оператора автоматикой в случае сильных негативных эмоциональных проявлений типа страха, испуга. Однако создание соответствующих тестовых методик в лабораторных условиях достаточно затруднительно из-за соображений гуманного характера. В связи с невозможностью варьирования эмоциональных проявлений в широком диапазоне (от позитивных до негативных), было решено ограничиться ориентацией на эмоции положительной направленности, исходя из предположения, что их знак не связан непосредственно с уровнями регуляции. Поэтому задание состояло в чтении испытуемыми коротких юмористических рассказов.

Всего в исследовании приняли участие 9 человек – научных сотрудников разного возраста и пола.

При выполнении первого теста наряду с проблемностями уровня активационно-энергетической стабилизации – трудностями по поддержанию позы и неопределенностями преодоления дискомфортных ощущений, у испытуемых наблюдались и проблемности систем ситуативной и долгосрочной регуляции, связанные с осуществлением волевых усилий. Тогда на фоне чрезвычайно коротких МСИ (0.03-0.5 с) возникали МСИ 3-7 с.

При выполнении второго теста после коротких МСИ (до 1 с) при чтении, если анекдот понравился, возникали МСИ в диапазоне 2-5 с. Соответствующие проблемности эмоционального характера заключа-

лись в осознанной парадоксальности, неоднозначности анекдотической ситуации и связанные с этим переживания или чувства – и составляли содержание возникающих проблемностей.

Если же анекдот оказывался несмешным, характер проблемностей и значения МСИ почти не отличались от наблюдаемых на этапе чтения. В то же время иногда у испытуемого возникало переосмысление логики смешного анекдота. Фактически происходила смена нормативных оценок ситуации, их переоценка, что заставляет отнести такие проблемности как минимум к уровню личностно-нормативных изменений. Соответствующие им МСИ превышают 5 секунд.

На основе полученных результатов проведено предварительное сопоставление проблемностей уровня активационно-энергетической стабилизации системы текущей регуляции и уровней системы ситуативной регуляции с диапазонами изменения МСИ, которое с учетом ранее полученных результатов (см. табл. 2) позволяет в первом приближении оценить таксоны МСИ для обобщенной модели регуляции (см. табл. 4). Как и в предыдущем случае, размытость таксонов отражается в том, что нижняя граница каждого следующего таксона меньше, чем верхняя граница предыдущего.

Таблица 4

Параметры таксонов МСИ для обобщенной модели психической регуляции
(предварительные оценки)

№	Уровни психической регуляции	Параметры таксонов МСИ (с)
1	Активационно-энергетической стабилизации	0.03 – 0.5
2	Непосредственного взаимодействия	0.5 – 1.0
3	Опосредованной координации	0.9 – 2.1
4	Ситуативного реагирования	
5	Эмоционального овладения	1.9 – 3.4
6	Чувственной устремленности	3.1 – 5.0
7	Программно-целевой организации	
8	Личностно-нормативных изменений	4.6 – 11.5
9	Мировоззренческих коррекций	10.7 – 30.0

Результаты по первому тесту в общем подтверждают возможность резервирования человека автоматикой при возникновении проблемностей, связанных с преодолением крайней формы усталости. В

то же время открытым остается вопрос об эмоциональных проблемностях отрицательной направленности, так же требующих аналогичного резервирования. Но в любом случае основные результаты, заключающиеся в появлении длительных МСИ на фоне коротких, а также высокая степень совпадения этих длительных МСИ для разных испытуемых, являются уникальными и трудно предсказуемыми. Это определяет благоприятную перспективу дальнейших исследований.

В заключении диссертации проводится обобщение полученных результатов и излагаются выводы работы, подтверждающие положения, выносимые на защиту.

Общим итогом диссертации является доказательство продуктивности разработанного нового принципа распределения функций между человеком и автоматикой. Использование логики взаимного резервирования может существенно повысить надежность управления сложными техническими объектами. В то же время реализация предлагаемого принципа стала возможной при использовании нового теоретического аппарата, раскрывающего субъективную сложность деятельности операторов с помощью оригинальной многоуровневой структуры психической регуляции и введения трех классов проблемностей. Разработанный метод таксономии МСИ движений глаз показал свою эффективность не только с точки зрения практической реализации принципа взаимного резервирования оператора и автоматики, но и как методическое средство оценки уровней психической регуляции.

Перспективы работы можно разделить на теоретико-экспериментальные и практические. К первым относятся исследования психической регуляции деятельности и функциональных состояний с целью обеспечения резервирования оператора по субъективной сложности деятельности, связанной как с профессиональными функциями, так и экстремальными условиями. В основе таких исследований должна лежать дальнейшая реализация принципов межсистемного подхода в рамках обобщенной модели регуляции.

Практические перспективы работы связаны с непосредственным внедрением принципа взаимного резервирования оператора и автоматики в системы управления СЧМК в различных отраслях техники, например, космонавтике, ядерной энергетике. Это потребует, с одной стороны, определения предельно-допустимых величин субъективной сложности деятельности для разных режимов управления и, соответ-

ственно, пороговых значений МСИ движений глаз для резервирования оператора автоматикой, с другой стороны, разработки требований к режимам разной степени автоматизации.

ВЫВОДЫ

1. Принцип взаимного резервирования представляет собой новое теоретическое решение проблемы распределения функций между оператором и автоматикой и позволяет формировать гибкую стратегию изменения степени автоматизации в процессах управления сложной техникой. Резервирование автоматики оператором происходит в случае возникновения отказов техники или непредвиденных ситуаций посредством снижения им степени автоматизации; обратное резервирование оператора автоматикой осуществляется при превышении предельно-допустимой субъективной сложности деятельности путем принудительного повышения степени автоматизации процессов управления. Как следствие, полуавтоматические режимы в процессах управления должны быть основными, а автоматические и ручные – резервными, используемыми для страховки оператора и автоматики соответственно.

2. Основой принципа взаимного резервирования является синтез двух типов критериев – качественных и количественных, используемых, соответственно, разработчиками программ автоматики при формализации процессов управления, и операторами при непосредственном управлении. Потенциальная неадекватность количественных критериев в автоматических программах контроля и диагностики процессов функционирования систем при организации межсистемных взаимодействий приводит к возможности возникновения нового типа отказов автоматики, выражающихся в отключении исправных, нормально работающих блоков систем как основных, так и резервных. Это во многом обесценивает многократное резервирование как основной принцип обеспечения надежности.

Управление в случае возникновения отказов данного типа возможно посредством реализации оператором функции резервирования автоматики при использовании им преимущественно не количественных, а качественных критериев, позволяющих проводить смысловое

обобщение и целостный анализ возникающих непредвиденных ситуаций. Однако в силу новизны и неизвестности указанных ситуаций даже профессионалы могут в них принимать неправильные решения и допускать ошибочные действия, что, в свою очередь, требует резервирования оператора автоматикой.

3. Реализация принципа взаимного резервирования строится на введении специального концептуального аппарата. Главными понятиями являются субъективная и объективная сложность операторской деятельности. Субъективная сложность деятельности, раскрываемая с помощью теоретической концепции проблемностей, выражается в актуализации разных уровней психической регуляции. Объективная сложность деятельности определяется по сложности профессиональных функций операторов.

Взаимосвязь между объективной и субъективной сложностью деятельности устанавливается принципом соответствия, исходя из которого для выполнения профессиональных функций определенной сложности требуется включенность соответствующего минимально необходимого уровня психической регуляции. По выделению указанного уровня определяется предельно-допустимая величина субъективной сложности, превышение которой инициирует резервирование оператора автоматикой.

4. Направленность и содержание процессов психической регуляции определяет постоянно возникающее и преодолеваемое субъектом несоответствие между объективной реальностью и ее субъективным отражением, выражающееся в проблемностях, т.е. в субъективном переживании неопределенностей, неоднозначностей происходящих событий, в затруднениях при раскрытии их причин. Степень указанного несоответствия (по возрастанию) задает типы психической активности – текущей, ситуативной и долгосрочной, а также определяет сложность и временной масштаб протекания регуляционных процессов.

Введенным типам активности соответствуют три класса проблемностей: проблемные моменты, проблемные ситуации и проблемы. С помощью проблемностей разных классов раскрывается содержание процессов психической регуляции на разных уровнях: непосредственного взаимодействия, опосредованной координации, программно-целевой организации, личностно-нормативных изменений и мировоззренческих коррекций.

5. В динамике деятельности в результате некоторого события может происходить как изолированное разрешение проблемностей, так и возникать целые последовательности из проблемностей разных уровней, названные алгоритмами разрешения проблемностей. Класс алгоритма, определяемый проблемностью максимального уровня в последовательности, отражает ведущий уровень регуляции на некотором временном интервале. Циклы регуляции, охватывающие процессы реализации алгоритма разрешения проблемностей, отражают

Временной масштаб процессов на разных уровнях регуляции описывается с помощью понятия "цикл регуляции". Длительность циклов регуляции для каждого уровня должна находиться в определенном диапазоне, величина которого увеличивается при возрастании уровней..

6. Количественным параметром субъективной сложности деятельности (индикатором оценки циклов регуляции) является длительность межсаккадических интервалов движений глаз, регистрируемых методом ЭОГ и измеряемых на компьютере. В ходе первого цикла экспериментальных исследований операторской деятельности в режимах управления системами космического корабля "Союз-Т" в аварийных ситуациях на лабораторном тренажере с помощью разработанной таксономической процедуры выделены диапазоны изменения межсаккадических интервалов движений глаз для разных уровней психической регуляции. Также определена размытость границ между соседними уровнями, которая увеличивается при возрастании уровней регуляции. Достоверность количественного выделения таксонов МСИ обеспечена сопоставлением с результатами качественного анализа проблемностей. Это потребовало доработки первоначального алгоритма таксономии, что практически реализует принцип организации взаимодействия качественных и количественных методов. Результаты исследования также подтвердили принцип соответствия между объективной сложностью деятельности и минимально необходимой для ее преодоления субъективной сложностью, а также позволили количественно и качественно анализировать динамику операторской деятельности.

7. Резервирование оператора автоматикой реализуется при превышении предельно-допустимой величины субъективной сложности деятельности, оцениваемой по пороговому значению МСИ движений

глаз. Для этого проведен второй цикл экспериментов по управлению реактивными самолетами на авиационных компьютерных симуляторах в обычных и усложненных условиях. Результаты экспериментов показали, что принудительные переходы на автоматический режим управления, реализуемые при регистрации в деятельности испытуемых порогового значения МСИ, равного 5 секундам, происходили при возникновении у них проблемностей высших уровней регуляции, заключающихся в необходимости формирования, изменения и дополнения профессиональных норм деятельности, в поиске принципиально нового знания о процессах управления.

8. Для анализа перспективной возможности резервирования оператора автоматикой при возникновении субъективной сложности, связанной с саморегуляцией функционального состояния, на основе сочетания внутрисистемного и межсистемного подходов разработана обобщенная модель психической регуляции. Ранее выделенные типы активности – текущая, ситуативная и долгосрочная – рассматриваются как самостоятельные системы регуляции. В каждой системе имеется по три уровня: в первой системе – активационно-энергетической стабилизации, непосредственного взаимодействия, опосредованной координации; во второй – ситуативного реагирования, эмоционального овладения, чувственной устремленности; в третьей – программно-целевой организации, личностно-нормативных изменений и мировоззренческих коррекций. При этом системы поочередно накладываются друг на друга за счет общности процессов регуляции на пограничных уровнях.

В третьем цикле экспериментов оценивалась возможность резервирования оператора автоматикой в случае крайней физической усталости (при стабилизации тела в неудобной позе) и в случае выраженных эмоциональных проявлений (при чтении коротких юмористических рассказов). Результаты экспериментов, заключающиеся в высокой степени совпадения МСИ для разных испытуемых в случае одинаковых проблемностей, позволили оценить таксоны МСИ движений глаз для уровней обобщенной модели регуляции. Сделанные оценки создают основу для реализации функции резервирования оператора автоматикой в более широком диапазоне факторов возникновения субъективной сложности деятельности, воздействующих как на профессиональную деятельность, так и на функциональное состояние.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монография

Психология автоматизации управления техникой. М.: Институт психологии РАН, 1996. 160 с. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

Научные статьи

1. Гибкое изменение степени автоматизации как средство распределения функций между человеком и автоматикой // Психологические проблемы профессиональной деятельности. М.: Наука, 1991. С. 62-71.

2. Изменение принципов распределения функций между человеком и автоматикой при возрастании сложности техники // Психол. журнал. 1992. Т. 13. № 5. С. 57-63.

3. Метод таксономии межсаккадических интервалов движений глаз для оценки операторской деятельности // Методики анализа и контроля трудовой деятельности и функциональных состояний. М.: Институт психологии РАН, 1992. С. 14-20.

4. Выделение уровней психической регуляции по классам проблемностей и таксонам межсаккадических интервалов движений глаз // Методики диагностики психических состояний и анализа деятельности человека. М.: Институт психологии РАН, 1994. С. 8-25. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

5. Основные принципы и понятия межсистемного подхода для исследования сложных человеко-машинных комплексов // Труды Института психологии РАН. Т. 1. Кн. 2. 1995. С. 267-284. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

6. Особенности психической регуляции и классы проблемностей в сложной операторской деятельности // Психол. журнал. 1994. Т. 15. № 2. С. 3-16. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

7. Проблемы и принципы исследования межсистемных взаимодействий в сложных человеко-машинных комплексах // Системные исследования. Ежегодник 1992-1994. М. Эдиториал Урсс, 1996. С. 293-316. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

8. Проблемы методологических оснований анализа межсистемных взаимодействий в психологических исследованиях // Психол. журнал. Т. 16, № 4, 1995. С. 11-24. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

9. Теория и методы анализа проблемностей в сложной операторской деятельности // Проблемность в профессиональной деятельности: теория и методы психологического анализа. М.: Институт психологии РАН. 1999. С. 6-79. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

10. Human factors and automation in cosmonautics // *Aerospace Journal*, January-February, 1997. PP. 40-41. (Психологические проблемы автоматизации в космонавтике // *Аэрокосмический журнал*, январь-февраль 1997. С. 96-97). (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

11. The experimental investigations of mutual reservation of man and machine // *Human-automation interaction: research and practice*. Lawrence Erlbaum Ass., Publishers, Mahwah, NJ. 1997. P. 100-108. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

12. The human factors approaches to automation and allocation of functions between man and machine // *Human-automation interaction: research and practice*. Lawrence Erlbaum Ass., Publishers, Mahwah, NJ. 1997. PP. 76-83. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

Тезисы докладов

1. Взаимное резервирование оператора и автоматики как средство обеспечения безопасности процессов управления техникой // Психология безопасности профессиональной деятельности. Тезисы Первой международной научно-практической конференции. М.: Когито-Центр, 1999. С. 31-32.

2. Критериальный подход к распределению функций между человеком и автоматикой // Проблемы инженерной психологии. Материалы VII Всесоюзной конференции по инженерной психологии. Л., 1990. С. 94.

3. Обобщенная модель психической регуляции // Психология и практика. Ежегодник РПО. Ярославль, 1998. Т. 4. Вып. 1. С. 93-94.

4. Экспериментальное обоснование принципа взаимного резервирования оператора и автоматики // Психологическая наука: традиции, современное состояние и перспективы. Тезисы докладов научной конференции Института психологии РАН, 28-30 января 1997 г. М.: Институт психологии РАН. С. 121-122. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

5. Анализ проблемностей в деятельности и функциональных состояниях // Труды конференции "Состояние и проблемы технических

измерений". МГТУ им. Н.Э. Баумана. М., 1998. С. 297-298. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

6. Оперативные системы регуляции в динамике деятельности // Тезисы научной конференции "Образ в регуляции деятельности (к 90-летию со дня рождения Д.А. Ошанина). М.: Российское общество психологов. 1997. С. 57-59. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

7. The mutual reservation of operator and automation for high risk technical systems // IEA'97, Proceedings of the 13th Triennial Congress of the International Ergonomic Association, Tampere, Finland, 1997. Vol. 3. PP. 183-185.

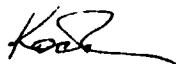
8. Assessment of psychic regulation of operator's performance by means of problemacies' analysis // Abstracts of III European Congress of Psychology. Tampere, Finland, 1993. P. 327. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

9. Duration of intersaccadic intervals as indicator of regulation cycles in operator's performance // Abstracts of III European Congress of Psychology. Tampere, Finland, 1993. P. 328. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

10. The principle of mutual override of man and machine for complex industrial systems // Abstracts of the XXVI International Congress of Psychology. Montreal, Canada, 16-21 August 1996. International Journal of Psychology. Vol. 31. Issues 3 and 4. 1996. P. 354.163. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым).

Изобретение

Способ измерения глазодвигательных реакций. Авторское свидетельство на изобретение № 1447352. М., 1988. (В соавт. с Ю.Я. Голиковым и В.А. Чурсиновым).



270

A 2000
270