

ИСТОРИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО И ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аналитическая статья

УДК 159.98

DOI: 10.25688/2076-9121.2021.58.4.10

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ОШИБКИ КАК ЕДИНИЦЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА

*Елена Валерьевна Пекарь*¹, *Марина Вячеславовна Сокольская*²

¹ Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского, Владивосток, Россия, pekar@msun.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0708-2929>

² Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия, mvsokolskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5693-2021>

Аннотация. Статья содержит исторический анализ проблемы психологического подхода к изучению ошибки в профессиональной деятельности оператора. Выделены этапы в истории изучения ошибочных действий оператора. Актуальность темы обусловливается потребностью в решении современных задач практики по повышению надежности работы системы «человек – техника – среда» в развивающихся промышленной, транспортной, энергетической, космической и других экстремальных областях профессиональной деятельности, снижению риска аварийности. Исследование направлено на теоретическое обоснование проблемы с целью выявления и идентификации ошибочного действия, описания его характеристик и роли в профессиональной деятельности оператора. Методы исследования: аналитический обзор теоретических и прикладных работ, методологических подходов, практических решений на производстве; обобщение, результатом которого выступает наполнение содержания понятия «ошибка оператора»; систематизация имеющихся знаний в виде объединенной картины по изучаемому вопросу. Ошибка рассматривается с позиции субъектно-деятельностного подхода как единица психологического анализа трудовой деятельности, изучение которой приближает к объективному исследованию психики субъекта деятельности. Сформулировано актуальное представление о состоянии предмета исследования. Авторы ставят вопрос о действенности и эффективности существующих подходов в изучении ошибок оператора, обозначают трудности, влияющие на решение вопроса транспортной и промышленной безопасности. Значимость данной работы может рассматриваться как обобщение знаний об ошибке в профессиональной деятельности оператора, формирование базы для дальнейшего рассмотрения проблемы в контексте ошибочных действий операторов технических систем.

Ключевые слова: психологический анализ, система «человек – техника – среда», оператор, деятельность оператора, профессиональная ошибка

Analytical article

UDC 159.98

DOI: 10.25688/2076-9121.2021.58.4.10

HISTORY OF STUDYING ERRORS AS AN UNIT OF PSYCHOLOGICAL ANALYSIS OF OPERATOR'S PROFESSIONAL ACTIVITY

*Elena V. Pekar*¹ , *Marina V. Sokolskaya*²

¹ Maritime State University named after admiral G. I. Nevelskoy, Vladivostok, Russian Federation, pekar@msun.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0708-2929>

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation, mvsokolskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5693-2021>

Abstract. The article sketches the historical background to the problem of the psychological approach to the study of errors in the professional activity of an operator. The stages in the history of studying the operator's erroneous actions are highlighted in the article. The relevance of the topic is determined by the need for solving modern problems arising in practice so that to improve the reliability of the system "man – technology – environment" in the developing industrial, transport, energy, space and other extreme areas of professional activity, to reduce the risk of accidents. The study is aimed at fundamental theoretical substantiation of the problem with the aim of identifying and describing erroneous actions, the characteristics of the operator and their role in the professional activity. Research methods are the following: analytical review of theoretical and applied works, methodological approaches, practical solutions in manufacturing; generalization, the result of which is filling the content of the concept of "operator error"; systematization of available knowledge in the form of a unified picture on the issue under study. The error is viewed from the position of the subject-activity approach, as a unit of psychological analysis of labor activity, the study of which brings it closer to an objective study of the psyche of the subject of activity. An updated understanding of the research subject has been formulated. The authors raise the question of the effectiveness and efficiency of existing approaches in the study of operator errors, identify the difficulties affecting the solution of the issue of transport and industrial safety. The significance of this work can be considered as a generalization of knowledge about an error in the professional activity of an operator, the formation of the basis for further consideration of the problem in the context of erroneous actions of operators of technical systems.

Keywords: psychological analysis, the system "man – technology – environment", operator, operator's activity, professional error

Для цитирования: Пекар Е. В., Сокольская М. В. История изучения ошибки как единицы психологического анализа профессиональной деятельности // Вестник МГПУ. Серия «Педагогика и психология». – 2021. – № 4 (58). – С. 180–202. – DOI: <https://doi.org/10.25688/2076-9121.2021.58.4.10>

For citation: Pekar, E. V., & Sokolskaya, M. V. (2021). History of studying errors as an unit of psychological analysis of operator's professional activity. *MCU Journal of Pedagogy and Psychology*, 4 (58), 181–203. <https://doi.org/10.25688/2076-9121.2021.58.4.10>

Введение

Важным исследовательским направлением в системе «человек – техника – среда» является проблема ошибочных действий оператора, в контексте которой анализируется роль ошибки в возникновении аварийных ситуаций и несчастных случаев на транспорте, производстве, военно-промышленном комплексе, в энергетике. Интерес к данной проблеме обуславливается рядом факторов: во-первых, высокой экономической и социальной значимостью результатов экстремального труда, где цена ошибки (нарушение трудовых действий и операций) может иметь чрезвычайные последствия (Pietrzykowski et al., 2020); во-вторых, бурным развитием технологий, ориентированных на разработку новых методов работы с целью облегчения труда специалиста (но, с другой стороны, такие методы создают определенные трудности на этапе обучения в случае сбоя или отказов в обработке данных); в-третьих, увеличением психофизиологической нагрузки на человека, сопряженной с ухудшением самочувствия и состояния оператора на рабочем месте; изменением принципов и основ работы, условий труда оператора, влияющих на его отношение к труду, к себе и окружающим.

В контексте психологического анализа трудовой деятельности, не пренебрегая целостностью подхода к ее описанию, и деятельность, и сам исследователь нуждаются в выделении единиц анализа. Ошибка оператора является в этом смысле «удачной» единицей. Она выступает в качестве совокупного показателя эффективности работы системы, аккумулирующего взаимовлияние субъекта и объекта в окружающей эргономической среде, способного выявить болевые точки профессиональной деятельности, имеющего преобразующий, адаптивный потенциал для всех элементов системы.

Под эффективностью понимается качество и продуктивность деятельности оператора, с одной стороны, и оптимальная работа с системы под его управлением — с другой.

Опираясь на позицию А. Н. Леонтьева, ошибку можно рассматривать в качестве единицы психологического анализа профессиональной деятельности оператора (Леонтьев, 1975, с. 7).

Ошибочное действие, как и любое действие, вытекает из мотивов и направляется на цель, оно пусть ошибочно, но решает задачу и выражает определенное отношение человека к труду, к себе и окружающему миру. Ошибочное действие с точки зрения психологического анализа деятельности — психологический акт, где усматривается единство сознания и деятельности (Рубинштейн, 2002, с. 43).

Под ошибкой в профессиональной деятельности оператора авторы понимают сознательно совершенное/несовершенное, преднамеренное действие/бездействие субъекта, не понимающего на момент совершения или бездействия, что он неточен или неправ, где субъект является первоначально исполнителем, а не причиной ошибочного действия. Ошибка не всегда обусловлена низкой профессиональной пригодностью, на разных этапах профессионализма

она является обязательным элементом труда. Ошибочное действие — это системный показатель эффективности взаимодействия субъекта и объекта в окружающей среде.

Представим критерии, по которым происходит определение профессионального действия в качестве ошибочного:

- действие, квалифицируемое как ошибка, есть действие, совершенное в прошлом, имеющее ретроспективный характер;
- ошибочное действие неточно или неверно выполнено, имеет отклонения или значительно отличается от образца, обязательно описанного в инструкциях, документах;
- ошибочное действие совершено сознательно и свободно, а не по чьему-либо приказу или под давлением;
- профессиональная ошибка может быть допущена подготовленным специалистом, а не учеником, иначе это — проба;
- ошибка — результат работы системы, т. е. она имеет равное отношение к работе системы в целом: к субъекту труда, к средствам труда, к условиям труда, к техническому средству.

Такое представление об ошибке человека-оператора позволяет, во-первых, дифференцированно подходить к анализу совершенных им действий, выделяя именно ошибочное действие, а во-вторых, выполнять поиск причин ошибок во всех структурах системы.

Сегодня, несмотря на техническое совершенствование оборудования, усилия науки, накопленный опыт, возникает вопрос об адекватности существующих подходов и акцентов в решении проблемы промышленной и транспортной безопасности, что проявляется:

- в регулярности аварийных случаев и инцидентов;
- распространении ситуативного, а не предвосхищающего подхода к проблеме, когда только факт случившегося становится поводом к расследованию. Хотя в распоряжении современных практиков имеется достаточно инструментария по оценке рисков и внедрению приемов, способствующих предотвращению нежелательных событий, но многие из этих научных достижений не получили достаточного распространения. Не анализируется процесс адаптации субъекта в освоении технической системы; имеет место невнимание к проблемам, возникающим в процессе работы оператора¹. Эффективность взаимодействия человека с техникой под влиянием среды не рассматривается

¹ Доклад Федеральной службы по надзору в сфере транспорта об осуществлении государственного контроля (надзора) в сфере транспорта и транспортной безопасности и об эффективности такого контроля за 2019 год. С. 43. [Электронный ресурс] // Ространснадзор. URL: <https://rostransnadzor.gov.ru/> (дата обращения: 09.09.2021); Постановление Правительства РФ от 2 декабря 1999 г. № 1329 «Об утверждении Правил расследования авиационных происшествий и авиационных инцидентов с государственными воздушными судами в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Документы системы «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/12117871/> (дата обращения: 09.09.2021).

психологами, хотя доказана необходимость и результативность разработок соответствующей области²;

- отсутствии профотбора в отраслевых учебных заведениях на этапе получения профессионального образования. Крюинговые компании также отбирают претендентов, порой ориентируясь только на наличие диплома и знание английского языка;

- подготовке специалистов, характеризующейся недостаточной сформированностью практических профессиональных умений и навыков, отсутствием психологической подготовки будущих операторов. Кроме того, в учебных планах количество часов на изучение психологических дисциплин в последние годы стабильно сокращается, а те часы, что имеются в незначительном количестве, часто отданы на откуп преподавателям, не имеющим психологического образования и практического опыта работы в области инженерной психологии. Обучение по программам дополнительной подготовки и повышения квалификации специалистов порой носит формальный характер, заключающийся в покупке необходимого для продолжения профессиональной деятельности сертификата;

- актуальности проблемы взаимодействия науки и бизнеса, что неблагоприятно отражается на внедрении значимых научных достижений в данной сфере;

- не отлаженной на сегодняшний день системе взаимодействия зарубежных и российских ученых для реализации совместных исследовательских проектов и обмена важными научными разработками;

- отсутствии общего банка данных совершенных ошибочных действий операторов систем по схожим отраслям производства и транспорта, о необходимости существования которого говорили еще в отчете заседания технического комитета Международного агентства по атомной энергии в 1989 году в Вене³;

- неадекватной интерпретации понятия «человеческий фактор» специалистами, производственниками, управленцами, характеризующей их отношение к профессиональной ошибке как к событию, связанному с обязательной виной человека.

² Приказ Министерства транспорта РФ от 8 октября 2013 г. № 308 «Об утверждении Положения о расследовании аварий или инцидентов на море». С. 31. [Электронный ресурс] // Документы системы «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70497932/> (дата обращения: 09.09.2021).

³ Human error classification and data collection, Iaea, Vienna, 1990, Iaea-Tecdoc-538, ISSN 1011-4 [Электронный ресурс] // IAEA Publications. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_538_web.pdf (date of access: 14.12.2021); NUREG-0700. Human-system interface design review guidelines / J. M O'Hara, W. S. Brown, P. M. Lewis, J. J. Persensky. Washington, D. C.: U. S. NRC, 2002 (Rev. 2).

Методы / методологические основания

Цель данного исследования — теоретическое обоснование проблемы ошибочного действия оператора, анализ понятия ошибки и ее роли в профессиональной деятельности.

Ошибка рассматривается с позиции субъектно-деятельностного подхода. В качестве методов использованы: теоретический анализ, обобщение и систематизация научной литературы.

Результаты

Обратимся к истории разработки теоретических, методологических и практических подходов и принципов в изучении профессиональных ошибок, где можно выделить три основных временных этапа:

первый этап — с середины XIX до начала XX в. — развитие психотехники, начало исследований трудовой деятельности и роли человека в профессии;

второй этап — 20–60-е гг. XX в. — период расцвета психотехники в мире, период репрессий и реабилитация отечественной инженерной психологической науки;

третий этап — с 70-х г. XX в. до наших дней — современный этап развития наук, связанных с изучением роли человека в профессиональной деятельности, в системе «человек – техника – среда».

Первый этап

Первые научные исследования в системе «человек – техника – среда» или в области, в дальнейшем называемой психотехникой, принадлежат М. фон Веберу (1854–1880 гг., Германия). Работы этого периода ориентированы на изучение взаимосвязи особенностей личности с успешностью профессионального труда. Развитие машинного производства, железных дорог, которое сопровождалось высоким уровнем травматизма, остро поставило вопрос о соответствии человека выполняемой работе (Вебер, 1880).

Озабоченность вызывали вопросы норм рабочего времени, норм выработки, предела работоспособности, условий, при которых существует высокий риск травм и аварий. В работах В. И. Михайловского в качестве рекомендаций, так как документы не носили законодательный характер, промышленники получили наставления по организации рабочих цехов и помещений для отдыха как мер, предупреждающих аварийные происшествия⁴.

⁴ Проект обязательных постановлений о мерах, которые должны быть соблюдаемы промышленными заведениями для охранения жизни и здоровья рабочих во время работы и при помещении их в фабричных зданиях. Составлен фабр. ревизором В. И. Михайловским // Зап. Русского технического общества. 1899. № 10. С. 596–676.

Новые представления о возросшей цене ошибок оператора появились в связи с широким развитием железнодорожных перевозок. Труд И. И. Рихтера «Железнодорожная психология» охватывает комплекс проблемных вопросов человеческого фактора: улучшение условий труда, повышение надежности персонала, организацию отбора и обучения служащих. Фактически работа И. И. Рихтера — это комплексный психологический подход к труду оператора железнодорожного транспорта, охватывающий техническое, организационное и психологическое содержание деятельности (Рихтер, 1895).

Обосновать разработку железнодорожной сигнализации с точки зрения психологии пытался С. Н. Кульжинский. Он указывает на связь психических процессов с выполнением функций машиниста, на физиологические, психологические и не зависящие от оператора причины оптических и акустических обманов (Кульжинский, 1904).

В начале XX столетия Г. Мюнстерберг (Мюнстерберг, 1922) и В. Штерн (Штерн, 1998) поставили вопросы профессионального отбора; борьбы с утомлением и несчастными случаями на рабочем месте; приспособления техники к возможностям человека. Ученые заговорили о надежности человека-оператора, зависящей от психофизиологических качеств и личностных особенностей. Появляется термин «личный фактор».

Г. Е. Шумков, описывая разработки С. П. Мунта, уделяет внимание медицинской и психологической пригодности военных летчиков, отмечая работу психических процессов и состояний во время полета (Шумков, 1912).

П. Бризон, ссылаясь на статью Д. Кольцова «Машина. Работник», говорит о данных по росту промышленного травматизма. Проводится производственный и научный анализ статистики несчастных случаев, который позволяет разработать рекомендации по профилактике и предотвращению травм на дорогах, рудниках, шахтах (Бризон, 1921).

И. Д. Астрахан разработал карточку фиксации аварийного случая, где отмечались все обстоятельства произошедшего, включая ошибки рабочего. Рассмотрению подлежали: уровень образования и опыт работы по специальности, длительность непрерывной работы, влияние алкоголя. Основная цель внедрения карточки — необходимость обобщения данных по аварийности в промышленности и на транспорте с тем, чтобы в дальнейшем определить причины аварий, выработать подходы к решению проблемы⁵.

Работы В. И. Михайловского и П. К. Энгельмейера в промышленности, К. К. Вебера и С. К. Ончукова в сельском хозяйстве признаются первыми трудами по инженерно-психологическому проектированию (Вебер, 1987, с. 32–33).

⁵ Астрахан И. Д. Регистрация несчастных случаев (повреждений) на фабриках, заводах и прочих промышленных предприятиях // Труды 1-го Всероссийского съезда фабричных врачей и представителей фабрично-заводской промышленности (1–6 апреля 1909 г. в г. Москве). М., 1910. Т. 1.

В них изучаются факты соответствия/несоответствия человека и техники, важное место уделяется разработке механизмов, удобных человеку⁶.

В качестве эффективного средства повышения производительности труда, предупреждения ошибок и возможных аварий специалисты считали профотбор (Рихтер, 1895). Дополнить систему производственного обучения, препятствовать возникновению большого числа ошибок в труде оператора была призвана идея моделей или тренажерных устройств, к примеру модели, позволяющей ознакомиться с конструкцией паровоза.

Г. Е. Шумков, изучая поведение летчиков, в контексте исследования особых состояний человека в экстремальных условиях разработал рекомендации по преодолению усталости, болезненного состояния, борьбе с «вредными условиями» (Шумков, 1912).

Дальнейшее развитие идей взаимодействия человека с техникой, а также идей организации труда психология получила в том числе благодаря работам Ф. У. Тейлора начала XX века (Тейлор, 1991).

К существенным достижениям этого периода в изучении профессиональных ошибок относятся: внимание государства, общества и науки к организации взаимодействия «человек – машина»; развитие идей по учету профессионально важных качеств, умений и навыков работника применительно к труду на производстве; учет влияния состояния работника; реализация решений по оптимизации условий труда. Возникает потребность в научных психологических знаниях о труде и трудящемся в сложных условиях производства. Приходит понимание, что необходимо фиксировать и систематизировать все аварийные происшествия для дальнейшего анализа, выработки общей стратегии изучения и выявления причин нарушений. Впервые ставится проблема ошибки в трудовой деятельности, предпринимаются попытки классификации ошибок оператора. Большое число ошибок работников связано с ненормированным рабочим днем и порой невыносимо тяжелыми условиями труда.

Важно отметить активное развитие проектировочной деятельности (машин, орудий труда, технических средств и пр.), призванной оптимизировать рабочий процесс, облегчить труд оператора, уменьшить риски по допущению ошибочных действий. В воздухоплавании и в железнодорожном деле как в передовых сферах по изучению человека в особых условиях труда существовала целостная система отбора и сопровождения оператора. Анализировались физиологические и психологические качества личности, мотивы

⁶ Проект обязательных постановлений о мерах, которые должны быть соблюдаемы промышленными заведениями для охранения жизни и здоровья рабочих во время работы и при помещении их в фабричных зданиях. Составлен фабр. ревизором В. И. Михайловским // Зап. Русского технического общества. 1899. № 10. С. 596–676; *Энгельмейер П. К.* О проектировании машин. Психологический анализ. Доклад съезду русских деятелей по техническому и профессиональному образованию (1889–1890 г.) // Зап. Русского технического общества. 1890. Вып. II; *Ончуков С. К.* О травматических повреждениях рабочих на сельскохозяйственных машинах. Доклад съезду врачей Херсонской губернии (1899 г.) // Русский врач. 1904. № 2. С. 44–46.

работника — его лояльность к организации. Примечателен тот факт, что уже в конце XIX – начале XX в. И. И. Рихтер говорит о преимуществе ответственности выполнения обязанностей, которой должен быть озабочен работник, над отбыванием рабочего времени и о представлениях работника о своей роли в общем процессе производства, т. е. о личной смысловой составляющей труда, так как оба эти параметра напрямую влияют на его работоспособность и производительность, на отношение к труду, на безошибочность/ошибочность действий (Рихтер, 1895).

Второй этап

Активными приверженцами идей психотехники в первые десятилетия советской власти в России были И. Н. Шпильрейн, Н. А. Бернштейн, С. Г. Геллерштейн и др.⁷

Е. А. Климов, О. Г. Носкова отмечают в публикациях 20-х гг. XX в. фокусирование ученых на психофизиологическом анализе трудовой деятельности, импульс которому в большей степени дала сорокалетняя история исследований работоспособности и утомления, начиная с работы Ф. Ф. Эрисмана 1877 года⁸.

Изучением деятельности пилотов с целью разработки методического обеспечения психологического отбора для авиации с 1917–1920 гг. в Петрограде начинает заниматься специальная комиссия под руководством С. Е. Минца, которая заключает, что необходим отбор кандидатов с помощью «психотехнических испытаний». Так было положено начало внедрению психофизиологических исследований для отбора операторов к работе в экстремальных условиях⁹.

К зарубежным авторам, рассматривающим профессиональную деятельность человека во взаимодействии с технической системой, С. Г. Геллерштейн относит [1960]: Г. Мюнстерберга (психологический анализ промышленной эффективности), К. Марбе (влияние личности на аварии), П. Фиттса, Дж. Джонса (применение психологических знаний к разработке и управлению практическими системами в авиации, классификация типичных ошибок), С. Шеллоу (клинический метод в расследовании несчастных случаев на трамвайной станции), Дж. Фланагана (метод критических инцидентов), Дж. Рассмусена (метод выделения трех категорий действий в оценке ошибок), Г. Генриха, Э. Адамса, Э. Лофтуса (изучение причин и моделирование промышленных аварий

⁷ Шпильрейн И. Н. Основные вопросы профессиографии. Доклад на VI Международной конференции по психотехнике, 10–14 октября 1927 г. в Париже // Психофизиология труда и психотехника. 1928. Вып. 1; Бернштейн Н. А. К вопросу о природе и динамике координационной функции // Психология. Уч. зап. МГУ. М., 1945. Вып. 90; Геллерштейн С. Г. Проблемы психологии профессий в системе советской психотехники. Доклад на VII Международной психотехнической конференции в Москве, сентябрь 1931 г. М.-Л., 1931.

⁸ Климов Е. А., Носкова О. Г. История психологии труда в России: учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 221 с.

⁹ Там же.

с помощью применения теории домино и теории пирамиды происшествий) и другие (Геллерштейн, 1960).

Советские психотехники также добились значительных результатов в изучении ошибочных действий, обнаружении причин ошибок и разработке рекомендаций и методик обучения специалистов, несмотря на вынужденный по идеологическим причинам продолжительный перерыв в работе (конец 20-х годов XX века).

Н. А. Бернштейн (1945) вместе с западными коллегами сделали вывод об обусловленности аварий и несчастных случаев не только психофизиологическими особенностями человека, но и производственными условиями и несовершенством техники. Таким образом, с 1930-х годов XX века сформировались предпосылки к становлению нового подхода — учета человеческого фактора (Бернштейн, 1945).

Различия между концепциями, рассматривающими «личный фактор» и «человеческий фактор», состоит в том, что первый ориентирован на поиск причин ошибочности и аварийности в структуре психофизиологической составляющей субъекта, а «человеческий фактор» предполагает изучать особенности и возможности человека эффективно выполнять профессиональную деятельность, учитывая при этом условия и организацию деятельности, состояние системы «человек – техника – среда».

С 1936 года психотехника в СССР как научное направление прекратило существование, что, безусловно, повлияло на дальнейшее развитие инженерной психологии в России.

Среди авторов, изучающих явление профессиональной ошибки с точки зрения человеческого фактора, по мнению С. Г. Геллерштейна, следует выделить американских исследователей: А. Чапаниса, К. Моргана, Р. Слейта, П. Фитса, Дж. А. Миллера, Е. Мак-Кормика (Геллерштейн, 1960).

Дальнейшее развитие эргономики на Западе осуществлялось в условиях военного времени. Были созданы лаборатории по видам вооружения; научные центры инженерной психологии и эргономики имели крупные учебные заведения и компании, сотрудничающие с военными; в Англии в 1949 году было организовано эргономическое общество.

В этот период известность приобрели, например, эпидемиологическая теория причин происшествий Дж. Гордона и модель социотехнической системы Л. Триста, К. В. Бэмфорта (1951). В качестве причин аварийности Гордон предлагал рассматривать характеристики участников происшествий, окружения и средств коммуникации (Gordon, 1949). Э. Л. Трист и К. В. Бэмфорт изучали зависимость командной работы в механизированном производстве и стресса работников в угледобывающем комплексе. Обе теории предлагали с системных позиций подходить к изучению происшествия (Trist, & Bamforth, 1951).

После окончания Великой Отечественной войны психологическая наука постепенно обретает новое дыхание. Научные психологические методы стали использоваться для решения задач в гражданской авиации. В результате

выходят методические указания для анализа индивидуально-психологических качеств курсантов и летчиков.

Профессиональный психологический отбор с 1964 года введен в авиационных военных училищах СССР. Результаты психологических исследований проблемы профессиональной пригодности были использованы также и для оценки причин ошибочных действий операторов.

Начиная с 1960-х годов прослеживалась тенденция к стремительному возрастанию информационной нагрузки на оператора. Гигантские промышленные комплексы, крупные аэропорты, огромные морские порты, объединенные энергосистемы, химические, газо- и нефтеперерабатывающие комплексы с тысячами элементов информации требовали эффективного подхода к управлению. Важными становятся аспекты групповой операторской работы, такие как коммуникация, кооперация, координация.

Итак, в 20–60 годы XX столетия на смену психофизиологическому подходу в оценке надежности специалиста приходит концепция человеческого фактора, которая предполагает комплексный (системный) анализ трудовой деятельности оператора. Человек не рассматривается как единственный виновник аварийного случая, причины инцидентов специалисты также равнозначно ищут в технической системе, внешней среде, устройстве рабочего места, во взаимодействии команды. Экстремальные условия труда как особые условия с существенно отличающимися от нормальных обстоятельствами, влияющие на работоспособность, состояние специалиста, требующие от него определенной готовности, впервые обозначаются и изучаются. Применительно к труду летчиков, а затем и к другим операторским профессиям официально вводится и получает распространение психологический отбор кандидатов. Благодаря работе изобретателей, инженеров-конструкторов некоторые задачи управления, например слежение, регулирование в авиации, выполнялись машинами. Вместе с тем операторская деятельность не была лишена множества трудностей, которые вызывали: увеличившаяся скорость принятия решений в условиях неопределенности; возросший объем оперативной информации для обработки; повышение напряженности труда, связанной с ответственностью за свои действия. Интеллектуальная и психологическая нагрузка на оператора заставила пересмотреть требования к квалификации, подготовленности специалистов.

Третий этап

Начиная с 70-х годов XX века представления о профессиональной ошибке оператора в контексте понятия «человеческий фактор» формировались и укреплялись при изучении труда специалистов в различных сферах¹⁰.

¹⁰ Руководство по обучению в области человеческого фактора, Doc 9683-AN/950, издание первое, 1998 [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации: официальный сайт. URL: <https://spbgu.ru/files/05-5-01-001.pdf> (дата обращения: 10.08.2021).

К наиболее существенным научным достижениям отечественной психологии, оказавшим влияние на формирование современных представлений об ошибочных действиях профессионала, можно отнести следующие: комплексное инженерно-психологическое проектирование эргономических систем (Завалова и др., 1986; Зараковский, 2008; Мунипов и Зинченко, 2001; Зинченко и др., 1983)¹¹; описание методологии психологического анализа, моделирования и проектирования деятельности (Ломов, 2007; *Психологические проблемы переработки знаковой информации...*, 1977; Мунипов и Зинченко, 2001; Пономаренко, 2008; Венда, 1992; Завалишина, 2004; Зараковский, 2008; Шадриков, 2017)¹²; анализ психологических особенностей профессиональной деятельности в нормальных и экстремальных условиях, разработка рекомендаций по регламентации труда, нормированию его условий и ускоренной адаптации к нему (Бодров, 2008; Дикая, 2002; Марищук и Евдакимов, 2001; Сокольская и Карпов, 2017)¹³; изучение функциональных состояний человека в деятельности (Бодров, 2008; Дикая, 2002); обоснование теории, методологии и практических рекомендаций по профессиональной ориентации, отбору и подготовке специалистов (Бодров, 2008; Платонов, 1981; Климов, 1996; Шадриков, 2017; Венда, 1992)¹⁴; исследование надежности человека-оператора (Бодров, 2008; Ломов, 2007; Пономаренко, 2008) и т. д.¹⁵

Среди современных зарубежных исследований выделяются работы:

– Берда и Жермена (модель причин происшествий Берда¹⁶, или модель причин ущерба, рассматривающая в качестве основной причины нарушений отсутствие эффективного управления на всех ступенях подготовки специалистов);

– Д. Ризона, Э. Холлнагеля, Дж. Париса (Reason et al., 2006), разрабатывающих модель SCM, указывающую на комбинацию системных дефектов в качестве причины аварийности;

– С. Ратнаяка и соавторов, использующих в модели SHIPP подход последовательного моделирования (Rathnayaka et al., 2011; Dien et al., 2012); Tripod-бета и дельта-модели (Zuijderduijn, & Nikoomaram, 2013);

¹¹ Мунипов В. М., Зинченко В. П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: учебник. М.: Логос, 2001. 356 с.; Зинченко Т. П. Практикум по инженерной психологии и психологии труда / Т. П. Зинченко, Г. Н. Горбунова, В. И. Кушпиль и др.; отв. ред.: А. А. Крылов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. 207 с.

¹² Психологические проблемы переработки знаковой информации: сб. ст. / отв. ред.: В. Ф. Рубахин. М.: Наука, 1977. 276 с.; Мунипов В. М., Зинченко В. П. Эргономика...; Инженерная психология: конспект лекций для студентов всех направлений бакалавриата очной и заочной форм обучения / авт.-сост.: И. С. Сизых; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2012. 52 с.

¹³ Стрелков Ю. К. Инженерная и профессиональная психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия; Высшая школа, 2001. 360 с.

¹⁴ К истории отечественной авиационной психологии: документы и материалы / под ред. К. К. Платонова. М., 1981.

¹⁵ Зинченко Т. П. Практикум по инженерной психологии и психологии труда / Т. П. Зинченко и др. ...

¹⁶ Bird F. E. Jr., Germain G. L. Practical loss control leadership. Loganville, GA Institute Publishing (ICLI), 1985; Bird F. E. Management Guide to Loss Control // Institute Press (Division of International Loss Control Institute). Atlanta, 1974.

- метод «галстук-бабочка» (Jacinto, & Silva, 2010);
- метод шестислойного анализа происшествий AcciMap Дж. Расмуссена (Rasmussen, & Svedung, 2000);
- методы оценки надежности человека первой и второй ступеней и метод функционально-резонансного анализа FRAM) (Hollnagel, 2012);
- модель «STEMP» (Leveson, 2015);
- метод «RCA» и модель IPICA (Ferjencik, 2014) и других (Loftus, & Hoffman, 1989; Lau, 2015).

Таким образом, в науке развивалось и оформлялось понятие ошибочного действия оператора. В его деятельности, непосредственно связанной с понятием «ответственность», в понимании ошибки акцент все более смещается на систему: ошибку следует рассматривать как комплексный показатель успешности взаимоотношений оператора и технического средства (Пономаренко, 2008).

В. А. Бодров об ошибочном действии в труде говорит как о биосоциотехническом явлении, отражающем погрешности отношений субъекта и объекта, с одной стороны, показывающем невысокую профессиональную пригодность работника, а с другой — обращающем внимание на несовершенство средств труда, недостатки в организации и сложные для специалиста условия деятельности (Бодров, 2008).

Ю. К. Стрелков, говоря о деятельности профессионала, ведущее значение признает за автоматическими действиями, поясняя, что сознательное планирование и исполнение ведется только в наиболее сложных случаях. По его мнению, именно тогда с высокой долей вероятности может случиться ошибка¹⁷. Соглашаясь с приведенным мнением, отметим, что ошибочное действие может быть спровоцировано автоматизмами в трудовых действиях и операциях. Оператором, в силу сложившейся системы действий — автоматических навыков, могут быть не учтены все нюансы, условия ситуации, что можно расценивать как предпосылку к ошибке или ошибку (исходя из цели). Присутствие эффекта зашоренности, замыленного взгляда, например когда ситуация, на первый взгляд, кажется стандартной, может привести к ошибке, которая становится как бы системной, в том смысле, что не возникает как реакция на трудную, многозадачную деятельность, а случается тогда, когда некоторые единицы ситуации перестают удовлетворять стандартным условиям, выбиваются из системы. С одной стороны, двигательный автоматизм определяет труд как профессиональный, а с другой — способен сыграть злую шутку в меняющихся обстоятельствах, где на первое место на замену двигательным автоматизмам должны выходить мыслительные процессы.

Ю. К. Стрелков говорит об ошибке как о сознательном акте. Также одновременно он признает, что бессознательные содержания «заставляют субъекта действовать быстро, старательно и ответственно»¹⁸.

¹⁷ Стрелков Ю. К. Инженерная и профессиональная психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия; Высшая школа, 2001. 360 с.

¹⁸ Там же.

Ошибка — результат неточного, неверного действия, или действия, совершенного не по плану. Это несовпадение цели и результата, когда задача остается нерешенной.

В противовес ошибочному действию Ю. К. Стрелков говорит о безошибочности, которая имеет значение для оценки успешности профессиональной деятельности. Именно безошибочность (количество безошибочно переработанных в единицу времени сигналов) вместе с уровнем сложности задачи учитывают при оценке деятельности оператора, когда говорят о показателях успешности и надежности¹⁹.

Ю. К. Стрелков обосновывает проблему психоневрологических заболеваний операторов. У операторов при допущенной ошибке увеличивается частота пульса и артериальное давление. На затруднении в деятельности и ошибках при ее выполнении сказывается эффект подсказки (изучение действий пилота при подсказках руководителей полета) — речь идет об ошибках при дифференцировке цвета (определение с дифференцировкой и растормаживание дифференцировки), ошибках при столкновении речевых отчетов испытуемого с помехами²⁰.

В деятельности поездного диспетчера, которую изучал В. Н. Пушкин, и в других видах операторской деятельности (в разной степени) оперативное мышление выполняет важные функции по предостережению субъекта от ошибок: определяющую роль играют контроль, регулирование, принятие решений (Пушкин и Нерсесян, 1971).

С позиции В. Н. Пушкина, по результатам труда субъект может оценить степень собственной эффективности, уровень владения операцией. Внешним критерием оценки выступает соотнесение с эталоном, правильным решением, а внутренним — может быть сравнение сложности задачи с багажом знаний, умений и навыков, что проявляется в отказе от решения или уверенности в успехе. В данном контексте уверенность определяется не только результатами, которых субъект добивался прежде, но и множеством других причин, например тревожностью как устойчивой чертой личности или депрессией как преобладающим состоянием на момент выполнения операции (Пушкин и Нерсесян, 1971).

Е. А. Климов, рассматривая исследования коллег, пишет, что ответственные инструкторы среди летчиков в большей степени уделяют внимание внутренним характеристикам специалиста, безответственные же инструкторы — элементам внешнего окружения. Интересно, что безаварийную работу, безошибочность в работе чаще упоминают безответственные инструкторы, транслируя конвенциональный подход (Климов, 1996).

В данном случае понятие «успешность» близко к понятию «эффективность» (как его приводят Д. А. Аблогин и В. А. Чикер), которое рассматривается как соотношение достижений целей труда с рациональностью расходования

¹⁹ Стрелков Ю. К. Инженерная и профессиональная психология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия; Высшая школа, 2001. 360 с.

²⁰ Там же.

ресурсов. Эффективность труда, по мнению авторов, выражается в экономических показателях (Аблогин и Чикер, 2017).

Неверное действие как нерациональность или как требующая непродуктивных затрат операция, очевидно, негативно влияет на эффективность. Таков экономический взгляд. Ответственность, в осмыслении ее как надежности, честности в отношении себя и других, уверенности и готовности признавать результаты своих поступков и отвечать за них, признает ошибочность. Не всякая ошибка — промах, ляп в профессиональной карьере. Допущенная ошибка не означает провала, неуспеха в широком смысле, а требует частного разбирательства. В каждом конкретном случае требуется уточнить, при каких обстоятельствах, кем и по какой причине была сделана ошибка.

Некоторые параллели с вышесказанным можно обнаружить и в позиции Е. А. Климова: «если каждый человек уникален (скажем, по своему видению мира), то каждый относительно другого является как бы “ошибкой” и генератором ошибочной активности. Получается, что все мы “ходячие ошибки”» (Климов, 1996, с. 256). Ошибку признает индивидуальность, а определяет и осуждает социальная оценка. Поэтому особенно важно в разборе ошибок исходить из уникальности и индивидуальности человека, тщательно подвергать анализу объект, с точностью подходить к оценке ситуации.

Для оптимизации профессиональной деятельности человека-оператора в эргономической системе через преодоление трудностей в восприятии и распознавании элементов системы, сокращение времени на решение задачи, уменьшение числа ошибок применялись методы воздействия на психические процессы человека, в частности на внимание. Например, композиционные средства, ритмические ряды, акценты, структурирование ситуаций использовались в качестве методов управления стратегией восприятия, применялась различимость объектов как фактор управления вниманием (Ломов, 2007).

Исследования В. Ф. Венда касались вопроса влияния на внимание и мышление принципов обобщения и снижения доли информации, они доказали, что предпочтительнее структурировать информацию по временному принципу, чем по принципу разделения информации разной степени обобщенности в пространстве (Венда, 1992).

К этому же времени относятся идеи упорядочивания элементов на панели управления для удобства оператора, которые также были направлены на предотвращение ошибок.

Ошибка человека и его вина определяются как причины невыполнения задач. Ошибочным может быть действие, если в наличии четкое описание деятельности, схемы, которой необходимо следовать.

Для рассмотрения процедуры, позволяющей избежать ошибок, следует обратиться к уровням управления поведением человека, приведенным Е. А. Климовым:

- 1) уровень автоматических навыков;
- 2) уровень целенаправленного поведения, индивида, следующего правилам;
- 3) уровень поведения, основанного на знаниях (Климов, 1996).

Н. А. Носов, изучая психологические причины ошибок летчиков, пришел к следующему пониманию ошибок: ошибка совершается свободным, адекватно оценивающим ситуацию, знающим (подготовленным), волевым человеком. Автор разделяет понятия «ошибка», «преступление» и «проступок» (Носов, 1990).

В настоящее время авторами статьи проводится работа по классификации ошибочных действий, совершаемых судоводителями при выполнении задач по ледовой подготовке. Проанализированы записи тренажерных сессий слушателей курсов повышения квалификации. Проведены: анкетирование, серии интервью, экспертная оценка полученных данных. Ошибки операторов разделены по следующим критериям:

- область компетенций;
- пространственно-временная характеристика действия;
- степень последствий совершенного действия;
- частота появления ошибки;
- причина действия.

Попытка классификации ошибочных действий судоводителя, при выполнении им узкоспециализированных задач (управление судном в полярных водах) предпринята впервые и на данном этапе работы позволяет получить определенное представление о видах допускаемых операторами ошибок, раскрывая их специфические особенности²¹.

Итак, активное развитие с конца 1970-х годов технологий искусственного интеллекта дало новый толчок к созданию прикладных систем, усиливающих интеллектуальный потенциал человека.

Проанализировав современные исследования, отметим особенности научного понимания ошибочного действия, подходы к его изучению и формы и способы профилактики аварийных случаев:

- психологический анализ деятельности и ошибка оператора как единица этого анализа получили обоснование и востребованность;
- благодаря развернувшемуся изучению проблемы в различных сферах производства и на транспорте термин «ошибка оператора» приобретает важные характеристики — интегрального показателя успешности, биосоциотехнического явления, что говорит о равнозначном рассмотрении субъекта и объекта с точки зрения системных нарушений. До выявления причин ошибки в ее определении говорить об обусловленности ее тем или другим фактором не приходится, так как ошибка от субъекта, ее совершившего, а также исходя из объекта и условий приобретает черты индивидуальности. Разрабатываются и применяются новые методы в изучении феномена ошибочного действия, формы коррекции и профилактики ошибки в труде;

²¹ Pekar Y. V., Churaev K. A. Classification of navigator's erroneous actions when operating a vessel in the ice conditions [Электронный ресурс] // Researchgate.net. 2020. URL: https://www.researchgate.net/publication/346654683_CLASSIFICATION_OF_NAVIGATOR'S_ERRONEOUS_ACTIONS_WHEN_OPERATING_A_VESSEL_IN_THE_ICE_CONDITIONS_KLASIFIKACIA_OSIBOCNYJ_DEJSTVIJ_SUDOVODITELA_PRI_EKSPLUATACII_SUDNA_V_LEDovyh_USLOVIAH/citations (дата обращения: 10.08.2021).

- ракурс внимания устойчиво закрепился на соотношении человека, его возможностей и способностей с машиной, а не наоборот, признании его слабости перед экстремальным трудом;
- не вызывает сомнений, что необходимы профессиональная ориентация, отбор и системная, непрерывная подготовка специалистов к сложным условиям труда (Marshall et al., 2018);
- ошибка оператора является индикатором эффективности труда и отражается в успешности и надежности специалиста;
- ошибка — этап развития на пути к росту специалиста, позитивное влияние ошибки может рассматриваться как направление на оценку и переоценку профессионализма.

Дискуссионные вопросы

Можно выделить два основных направления в работе инженерных психологов: разработка рекомендаций с целью приспособления системы к потребностям человека и составление прогноза деятельности человека в системе посредством изучения его особенностей.

Понимание ошибки в деятельности человека-оператора у различных авторов не отличается единообразием. Феномен ошибки, с одной стороны, видится в негативном свете, как промах, связанный со способностью к аналитическому мышлению (когда действия перестают быть автоматическими); как недочеты в работе самой системы; как влияние слабопрогнозируемых средовых условий; как фактор, не относящийся к успеху, надежности, и т. д., с другой стороны, как этап развития специалиста, способ его совершенствования, признающий индивидуальность. Также Н. А. Носовым дано описание особого рода виртуальной операторской ошибки, признаком которой является убежденность пилотов в совершении какого-либо действия при реальном его невыполнении (Носов, 1990).

Со времен первых работ М. М. Фон Вебера, И. И. Рихтера, Г. Мюнстерберга, С. Г. Геллерштейна, в которых только ставился вопрос о психологическом аспекте деятельности, до исследований сегодняшнего дня, основное внимание в которых направлено на решение прикладных вопросов по поиску причин аварий и катастроф и разработку рекомендаций по повышению безопасности на производстве, не выработаны единые эффективные механизмы в решении проблемы ошибки оператора (Вебер, 1880; Рихтер, 1895; Мюнстерберг, 1922; Геллерштейн, 1960). Подход к изучению ошибки должен опираться на понимание ошибки не как на изолированно взятый факт, а в контексте деятельности человека исходя из его индивидуальности, профессиональной подготовки, опыта взаимодействия с техникой и средой. Подтверждение тому — смещение внимания науки от линейных моделей анализа ошибочного действия к многофакторным моделям, имеющим в своей основе системный подход.

Современный мир активно развивает идеи беспилотных, автономных аппаратов, многие из которых уже получили практическое применение, тестируются или успешно внедрены. Вместе с тем деятельность оператора не просто становится невостребованной, она изменяется, большую роль приобретают функции контроля и анализа эффективности работы; самостоятельность в принятии решений и ответственность все возрастают, так как оператор должен быть готовым в нужный момент взять управление на себя (Кузнецова, 2020). Комплексный подход к подготовке и сопровождению таких специалистов науке еще предстоит сформировать.

Заключение

Отметим, что, несмотря на постановку проблемы ошибочных действий оператора еще в конце XIX – начале XX в., задачи по ее изучению не ставились явно до конца XX в. и рассматривались в контексте профилактики аварий и несчастных случаев, повышения продуктивности работы и снижения утомляемости, поиска способов управления состоянием в особых условиях.

В настоящее время проблема профессиональной ошибки является междисциплинарной: это прерогатива не только эргономических исследований, но и исследований по охране труда, где важно учитывать потенциал инженерной психологии, способной добраться до истинных причин ошибочных действий и психологии труда в целом.

Список источников

1. *Pietrzykowski Z., Wielgosz M., Breitsprecher M.* Navigators' Behavior Analysis Using Data Mining, article. 2020. URL: <https://doi.org/10.3390/jmse8010050>
2. *Леонтьев А. Н.* Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 130 с.
3. *Рубинштейн С. Л.* Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2002. 720 с.
4. *Вебер М. М.* Условия безопасности железнодорожного движения. Очерк барона М. М. фон-Вебер / пер. с нем. Н. В. Бернацкого. М.: типография В. Я. Барбей, 1880. 149 с.
5. *Рихтер И. И.* Железнодорожная психология: материалы к стратегии и тактике железных дорог // Железнодорожное дело. 1895. С. 223–441.
6. *Кульжинский С. Н.* Основные начала железнодорожной сигнализации // Железнодорожное дело. 1904. № 28. С. 8–14.
7. *Мюнстерберг Г.* Основы психотехники / под ред. Б. Н. Северного, В. М. Экземплярского. Ч. 1: Общая. М.: Русский книжник, 1922. 135 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000219_000011_RU_%D0%93%D0%9F%D0%9D%D0%A2%D0%91_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_IBIS_0000651023/
8. Штерн В. Дифференциальная психология и ее методические основы / пер. с нем. А. В. Брушлинского М.: Наука, 1998. 335 с. URL: <https://www.klex.ru/ai7>
9. Шумков Г. Е. Психофизическое состояние воздухоплателей во время полета // Военный сборник. 1912. № 3.
10. Бризон П. История труда и трудящихся. Петербург: Государственное издательство, 1921. 447 с. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=38376>

11. Вебер К. К. Земледельческие машины и орудия. СПб.: Девриен, ч. I, 1896, 267 с.; ч. 2, 1987, 309 с.
12. Тейлор Ф. У. Принципы научного менеджмента. М.: Электронная публикация: Центр гуманитарных технологий, 1991. 132 с. URL: <https://gtmarket.ru/library/basis/3631>
13. Геллерштейн С. Г. Психология труда в историческом аспекте // Вопросы психологии: мат-лы II Закавказской конф. психологов. Ереван, 1960. С. 35–42.
14. Бернштейн Н. А. К вопросу о природе и динамике координационных функций // Психология: Движение и деятельность. 1945. Вып. 90. С. 22–90.
15. Gordon J. E. The epidemiology of accidents // American Journal of Public Health. 1949. Vol. 39 (4). P. 504–515.
16. Trist E. L., Bamforth K. W. Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting; an examination of the psychological situation and defences of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system // Human Relations. 1951. Vol. 4. P. 3–38.
17. Завалова Н. Д., Ломов Б. Ф., Пономаренко В. А. Образ в системе психической регуляции деятельности. М.: Наука, 1986. 172 с.
18. Заракровский Г. М. Эргономическое проектирование операционального компонента деятельности: теоретические основы и методология // Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности / под ред. В. А. Бодрова, А. Л. Журавлева. М.: Институт психологии РАН, 2008. С. 162–180.
19. Ломов Б. Ф. О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода // Психологические основы профессиональной деятельности / сост. и общ. ред.: В. А. Бодрова. М.: Пер Сэ, 2007. С. 733–744.
20. Пономаренко В. А. Антропологическое видение будущего саморазвития инженерной психологии как науки (из опыта жизни и труда) // Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности / под ред. В. А. Бодрова, А. Л. Журавлева. М.: Институт психологии РАН, 2008. С. 76–84.
21. Венда В. Ф. Фундаментальные проблемы, законы и методы оптимизации систем «человек – машина – среда» // Системный подход в инженерной психологии и психологии труда / отв. ред.: В. А. Бодров, В. Ф. Венда. М.: Наука, 1992.
22. Завалишина Д. Н. Модели профессионального развития человека // Профессиональная пригодность: субъектно-деятельностный подход / под ред. В. А. Бодрова. М.: Институт психологии РАН, 2004. С. 55–78.
23. Шадриков В. Д. Системогенез профессиональной и учебной деятельности. М.: Изд. дом РАО; Ярославль: ЯрГУ, 2017. 326 с.
24. Бодров В. А. Современные исследования фундаментальных и прикладных проблем психологии профессиональной деятельности. Ч. II // Психологический журнал. 2008. Т. 29. № 6. С. 66–74.
25. Дикая Л. Г. Итоги и перспективные направления исследований в психологии труда XXI века // Психологический журнал. 2002. № 6. С. 18–37.
26. Марищук В. Л., Евдакимов В. И. Поведение и саморегуляция человека в условиях стресса. М.: Сентябрь, 2001. 260 с.
27. Сокольская М. В., Карпов А. В. Психология личностного здоровья профессионала: Метасистемный подход: монография. Хабаровск: ДВГУПС, 2017. 559 с.
28. Климов Е. А. Психология профессионала. М.: Институт практической психологии; Воронеж: МО-ДЭК, 1996. 400 с.

29. Reason J., Hollnagel E., Paries J. Revisiting the «Swiss cheese» model of accidents // *Journal of Clinical Engineering*. 2006. Vol. 27. P. 110–115. URL: https://www.researchgate.net/publication/285486777_Revisiting_the_Swiss_Cheese_Model_of_Accidents
30. Rathnayaka S., Khan F., Amyotte P. SHIPP methodology: Predictive accident modeling approach. Part II. Validation with case study // *Process Safety and Environmental Protection*. 2011. Vol. 89. P. 75–88.
31. Dien Y., Dechy N., Guillaume E. Accident investigation: From searching direct causes to finding in-depth causes — problem of analysis or/and of analyst? // *Safety Science*. 2012. Vol. 50 (6). P. 1398–1407.
32. Zijderduijn I., Nikoomaram H. RETRACTED: FTA vs. Tripod-Beta, which seems better for the analysis of major accidents in process industries? // *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 2013. Vol. 26 (1). P. 52–58.
33. Jacinto C., Silva C. A semi-quantitative assessment of occupational risks using bow-tie representation // *Safety Science*. 2010. Vol. 48. P. 973–979.
34. Rasmussen J., Svedung I. *Proactive Risk Management in a Dynamic Society*, first ed. Swedish Rescue Services Agency. Karlstad, Sweden, 2000. 160 p. ISBN 91-7253-084-7. URL: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/16252.pdf>
35. Hollnagel E. *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method: Modelling Complex Socio-technical Systems*. Ashgate Publishing Ltd, Farnham. Surrey, U.K, 2012. ISBN-13: 978–1409445517 and ISBN-10: 1409445518.
36. Leveson N. G. A systems approach to risk management through leading safety indicators // *Reliable Engineering and System Safety*. 2015. Vol. 136. P. 18–33.
37. Ferjencik M. IPICA Lite improvements to root cause analysis // *Reliability Engineering and System Safety*. 2014. Vol. 131. P. 1–13.
38. Loftus E. F., Hoffman H. G. Misinformation and Memory. The Creation of New Memories // *Journal of Experimental Psychology: General*. 1989. Vol. 118 (1). P. 100–104.
39. Lau, Yu, Ng. The motivations and expectations of students pursuing maritime education. *WMU J. Marit Affairs*. 2015. Vol. 14. P. 313–331. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13437-015-0075-3>
40. Пушкин В. Н., Нерсесян Л. С. *Железнодорожная психология*. М.: Транспорт, 1971. 240 с.
41. Аблогин Д. А., Чикер В. А. Взаимосвязь эффективности деятельности морских специалистов с их профессиональными и личностными качествами // *ИП РАН. Организационная психология и психология труда*. 2017. Т. 2. № 1. С. 137–160. URL: <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document233.pdf>
42. Носов Н. А. *Ошибки пилота: психологические причины*. М.: Транспорт, 1990. 64 с.
43. Marshall P., Hirmas A., Singer M. Heinrich's pyramid and occupational safety: A statistical validation methodology // *Safety Science*. 2018. Vol. 101. P. 180–189.
44. Кузнецова Е. А. Методы расследования происшествий и аварий в линейных и нелинейных системах // *Экономика, предпринимательство и право*. 2020. Т. 10. № 12. С. 3149–3176. DOI: <https://doi.org/10.18334/epp.10.12.111379>

References

1. Pietrzykowski, Z., Wielgosz, M. & Breitsprecher, M. (2020). Navigators' Behavior Analysis Using Data Mining. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1), 50. <https://doi.org/10.3390/jmse8010050>

2. Leontiev, A. N. (1975). *Activity. Consciousness. Personality*. Moscow: Politizdat. (In Russ.)
3. Rubinshtejn, S. L. (2002). *Fundamentals of General Psychology*. Saint Petersburg: Piter. (In Russ.)
4. Veber, M. M. (1880). *Railway traffic safety conditions. Essay by Baron M. M. Von Veber* (Bernatsky N. V., Trans. from German). Moscow: V. YA. Barbej. (In Russ.)
5. Rihter, I. I. (1895). Railway psychology: Materials for the strategy and tactics of railways. *Zheleznodorozhnoe delo*, 223–441. (In Russ.)
6. Kul'zhinskij, S. N. (1904). Basic principles of railway signaling. *Zheleznodorozhnoe delo*, 28, 8–14. (In Russ.)
7. Myunsterberg, G. (1922). *Basics of psychotechnics* (Part 1: General). (Severnyy B. N., & Ekzempljarskiy, V. M., Eds.). Moscow: Russkij knizhnik. (In Russ.) https://rusneb.ru/catalog/000219_000011_RU_%D0%93%D0%9F%D0%9D%D0%A2%D0%91_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_IBIS_0000651023/
8. Shtern, V. (1998). *Differential psychology and its methodological foundations*. Moscow: Nauka. (In Russ.) URL: <https://www.klex.ru/ai7>
9. Shumkov, G. E. (1912). Psychophysical state of aeronautics during the flight. *Military collection*, 3. (In Russ.)
10. Brizon, P. (1921). *History of labor and workers*. Petersburg: State Publishing House. (In Russ.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=38376>
11. Veber, K. K. (1987). *Agricultural machines and implements*. Saint Petersburg: Devrien. (In Russ.)
12. Tejlor, F. W. (1991). *Principles of scientific management*. Moscow: Electronic Publication: Center for Humanitarian Technologies. (In Russ.) <https://gtmarket.ru/library/basis/3631>
13. Gellershtejn, S. G. (1960). Psychology of labor in the historical aspect. *Questions of psychology: materialy II Zakavkazskoj konferencii psihologov*, 35–42. (In Russ.)
14. Bernshtejn, N. A. (1945). On the nature and dynamics of coordination functions. *Psychology: Movement and activity*, 90, 22–90. (In Russ.)
15. Gordon, J. E. (1949). The epidemiology of accidents. *American Journal of Public Health*, 504–515.
16. Trist, E. L., & Bamforth, K. W. (1951). Some social and psychological consequences of the longwall method of coal-getting; an examination of the psychological situation and defences of a work group in relation to the social structure and technological content of the work system. *Human Relations*, 4, 3–38.
17. Zavalova, N. D., Lomov, B. F., & Ponomarenko, V. A. (1986). Image in the system of mental regulation of activity. Moscow: Nauka. (In Russ.)
18. Zarakovskij, G. M. (2008). Ergonomic design of the operational component of activity: theoretical foundations and methodology. In V. A. Bodrov & A. L. Zhuravlev (Eds.). *Problems of fundamental and applied psychology of professional activity* (pp. 162–180). Moscow: Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences. (In Russ.)
19. Lomov, B. F. (2007). On the ways of constructing the theory of engineering psychology on the basis of a systematic approach. In V. A. Bodrov (Ed.). *Psychological foundations of professional activity* (pp. 733–744). Moscow: Per Se. (In Russ.)
20. Ponomarenko, V. A. (2008). Anthropological vision of the future self-development of engineering psychology as a science (from the experience of life and work). In V. A. Bo-

drov & A. L. Zhuravlev (Eds.). *Problems of fundamental and applied psychology of professional activity* (pp. 76–84). Moscow: Institute of psychology of the Russian Academy of Sciences. (In Russ.)

21. Venda, V. F. (1992). Fundamental problems, laws and methods of optimization of systems “man – machine – environment”. In V. A. Bodrov & V. F. Venda (Eds.). *System approach in engineering psychology and psychology of labor*. Moscow: Nauka. (In Russ.)

22. Zavalishina, D. N. (2004). Models of human professional development. In V. A. Bodrov (Ed.). *Professional suitability: subject-activity approach* (pp. 55–78). Moscow: Institute of psychology of the Russian Academy of Sciences. (In Russ.)

23. Shadrikov, V. D. (2017). *Systemogenesis of professional and educational activity*. Moscow: Publishing House RAO; Yaroslavl: YarSU. (In Russ.)

24. Bodrov, V. A. (2008). Modern studies of fundamental and applied problems of professional activity psychology. *Psychological Journal*, 29(5), 66–74. (In Russ.)

25. Dikaya, L. G. (2002). Results and promising directions of research in the psychology of labor of the XXI century. *Psychological Journal*, 6, 18–37. (In Russ.)

26. Marishchuk, V. L., & Evdakimov, V. I. (2001). *Human behavior and self-regulation under stress*. Moscow: Sentyabr. (In Russ.)

27. Sokolskaya, M. V., & Karpov, A. V. (2017). *Psychology of Personal Health of a Professional: Metasystem Approach: Monograph*. Khabarovsk; FESTU. (In Russ.)

28. Klimov, E. A. (1996). *Psychology of a professional*. Moscow: Institute of Practical Psychology; Voronezh: MODEK. (In Russ.)

29. Reason, J., Hollnagel, E., & Paries, J. (2006). Revisiting the «Swiss cheese» model of accidents. *Journal of Clinical Engineering*, 27, 110–115. https://www.researchgate.net/publication/285486777_Revisiting_the_Swiss_Cheese_Model_of_Accidents

30. Rathnayaka, S., Khan, F., & Amyotte, P. (2011). SHIPP methodology: Predictive accident modeling approach (Part II. Validation with case study). *Process Safety and Environmental Protection*, 89, 75–88.

31. Dien, Y., Dechy, N., & Guillaume, E. (2012). Accident investigation: From searching direct causes to finding in-depth causes — problem of analysis or/and of analyst? *Safety Science*, 50(6), 1398–1407.

32. Zuijderduijn, I., & Nikoomaram, H. (2013). RETRACTED: FTA vs. Tripod-Beta, which seems better for the analysis of major accidents in process industries? *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 26(1), 52–58.

33. Jacinto, C., & Silva, C. (2010). A semi-quantitative assessment of occupational risks using bow-tie representation. *Safety Science*, 48, 973–979.

34. Rasmussen, J., & Svedung, I. (2000). *Proactive Risk Management in a Dynamic Society, first ed. Swedish Rescue Services Agency*. Karlstad, Sweden. ISBN 91-7253-084-7. <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/16252.pdf>

35. Hollnagel, E. (2012). *FRAM: the Functional Resonance Analysis Method: Modeling Complex Socio-technical Systems*. Ashgate Publishing Ltd, Farnham. Surrey, U.K. ISBN-13: 978–1409445517 & ISBN-10: 1409445518

36. Leveson, N. G. (2015). A systems approach to risk management through leading safety indicators. *Reliable Engineering and System Safety*, 136, 17–34.

37. Ferjencik, M. (2014). IPICA Lite improvements to root cause analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 131, 1–13.

38. Loftus, E. F., Hoffman, H. G. (1989). Misinformation and Memory. The Creation of New Memories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118(1), 100–104.

39. Lau, Yy, Ng. (2015). The motivations and expectations of students pursuing maritime education. *WMU J. Marit Affairs*, 14, 313–331. <https://doi.org/10.1007/s13437-015-0075-3>
40. Pushkin, V. N., & Nersesyan, L. S. (1971). *Railway psychology*. M.: Transport. (In Russ.)
41. Ablogin, D. A., & Chiker, V. A. (2017). The effectiveness of marine specialist in their professional and personal qualities. Institute of psychology Russian Academy of Sciences. *Organizational Psychology and Labor Psychology*, 2 (1), 137–160. (In Russ.). <http://work-org-psychology.ru/engine/documents/document233.pdf>
42. Nosov, N. A. (1990). *Pilot errors: psychological reasons*. Moscow: Transport. (In Russ.)
43. Marshall, P., Hirmas, A., & Singer, M. (2018). Heinrich's pyramid and occupational safety: A statistical validation methodology. *Safety Science*, 101, 180–189.
44. Kuznecova, E. A. (2020). Accident investigation methods in linear and non-linear systems. *Economics, entrepreneurship and law*, 10(12), 3149–3176. <https://doi.org/10.18334/epp.10.12.111379>

Статья поступила в редакцию: 23.06.2021;
одобрена после рецензирования: 15.08.2021;
принята к публикации: 13.09.2021

The article was submitted: 23.06.2021;
approved after reviewing: 15.08.2021;
accepted for publication: 13.09.2021

Информация об авторах:

Елена Валерьевна Пекарь — специалист по учебно-методической работе кафедры языковой подготовки судоводительского факультета, Морской государственной университет им. адм. Г. И. Невельского, Владивосток, Россия, pekar@msun.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0708-2929>

Марина Вячеславовна Сокольская — доктор психологических наук, доцент, академик РАН, профессор кафедры социальной работы, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова, Москва, Россия, mvsokolskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5693-2021>

Information about authors:

Elena V. Pekar — teaching and learning specialist department of language training faculty of navigator, Maritime State University named after admiral G. I. Nevelskoy, Vladivostok, Russia, pekar@msun.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0708-2929>

Marina V. Sokolskaya — Doctor of Psychology, Associate Professor, Academician of RAE, Professor of the Department of Social Work, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia mvsokolskaya@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5693-2021>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.