

**Чепурнов Илья Александрович**

канд. техн. наук, доцент, профессор

**Ковалев Роман Константинович**

преподаватель

ФГБОУ ВО «Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана»

г. Москва

DOI 10.31483/r-109689

## **ИНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

***Аннотация:** исследованы основные инженерно-психологические аспекты профессиональной деятельности операторов сложных технических систем. Подробно рассмотрены модели процесса управления в системе «человек – машина». Описаны психические процессы при переработке информации оператором сложных технических систем.*

***Ключевые слова:** инженерная психология, сложная техническая система, оператор, система «человек – машина», деятельность, управление, информационная модель, концептуальная модель.*

Инженерная психология изначально развивалась на стыке ряда наук и процесс этого разграничения еще далеко не закончен. Определенную роль в этом играет и то обстоятельство, что специалисты, работающие в области инженерной психологии, иногда стремятся включить в нее проблемы, которые успешно решаются в рамках сложившихся ранее научных направлений.

Предмет инженерной психологии можно определить как изучение и согласование психологических характеристик оператора и технических характеристик сложной технической системы (СТС), которой он управляет, для получения максимальной эффективности всей системы «человек-машина» (СЧМ) [1].

К СТС относят технические системы, характеризующиеся сложностью взаимосвязей между их составляющими (подсистемами), взаимодействия с окружающей средой. СТС присущи такие свойства, как: иерархичность, эмерджентность, целостность, интерэктность и целенаправленность. Примерами СТС могут служить: электростанции, транспортные сети, системы и комплексы военного назначения и т. п.

Следует заметить, что, как правило, сведения о состоянии и режиме работы СТС, а также о результатах своих управляющих воздействий оператор не может получить непосредственным наблюдением. Эти сведения оператор получает с помощью набора приборов, измеряющих параметры, необходимые для управления.

Наиболее общими понятиями в инженерной психологии являются: СЧМ и ее эффективность. СЧМ называют систему, включающую в себя человека-оператора, машину, которой он управляет и среду на рабочем месте. Под управлением в широком смысле понимается такая организация рабочего процесса в СЧМ, при которой обеспечивается достижение поставленных целей. Эффективностью называется степень успешности достижения этих целей. Очевидно, что критерии эффективности должны меняться в зависимости от целей управления.

Одной из важнейших характеристик любой системы является надежность, которая оценивается вероятностью безотказной работы в течение заданного времени. При этом эффективность и надежность СЧМ часто зависят не только от каждой составляющей системы, но и в значительной степени от взаимодействия этих элементов [2].

При организации процесса управления в СЧМ очень важную роль играют динамические характеристики объекта управления. В связи с этим одной из основных задач инженерной психологии является изучение динамических характеристик объекта управления, чтобы оценить, насколько хорошо они могут быть согласованы с возможностями оператора. В конечном итоге должны быть

четко установлены определенные инженерно-психологические требования к управляемости объектов каждого класса.

Особенность работы оператора заключается в отсутствии непосредственного контакта с объектом управления. Так, оператор работает не с объектом управления непосредственно, а с его информационной моделью, существующей в виде совокупности приборов и мониторов, расположенных на его автоматизированном рабочем месте [3]. Таким образом, продуктом труда оператора СЧМ является, прежде всего, управляющая информация.

Понятие информационной модели процесса управления, наряду с концептуальной, относится к фундаментальным понятиям инженерной психологии [4].

Информационной модель процесса управления определяют как совокупность текущей информации о состоянии объекта управления, о воздействиях на него со стороны внешней среды, о положении органов управления, поступающей от средств отображения информации (СОИ). Зачастую СОИ для оператора является единственным источником сведений о текущем режиме работы объекта управления. Однако, в некоторых случаях, информационная модель процесса управления образуется не только за счет информации, получаемой с СОИ, но и за счет, так называемой, неинструментальной информации, к которой можно отнести: угловые и продольные ускорения, вибрации, шумы, усилия на органах управления и даже запахи. Качество информационной модели во многом определяет эффективность действий оператора, поэтому ее усовершенствование является важнейшей практической задачей инженерной психологии.

Концептуальная модель процесса управления представляет собой результат формирования у оператора знаний, умений и навыков. Концептуальная модель создается в процессе обучения и практической деятельности оператора и является ничем иным, как обобщенным мысленным представлением о возможных состояниях и положениях объекта управления, о выполняемых задачах, о способах их решения, о зависимости состояния объекта от действий оператора, о диапазоне допустимых изменений параметров, о возможных нарушениях и отказах, о влиянии окружающей среды на объект и т. п.

Различают два вида концептуальной модели: постоянная и оперативная [2; 5]. Постоянная концептуальная модель внешнего мира – это концентрация всех знаний и практического опыта оператора. Во всех своих действиях и решениях человек опирается на эту постоянную концептуальную модель. При выполнении конкретных действий концептуальная модель выступает на уровне оперативной модели, в которой выявляются лишь те сведения, которые необходимы оператору в данный момент. С оперативной концептуальной моделью процесса управления, в содержание которой входит представление о заданном режиме или состоянии, оператор сличает текущую информацию и на ее основе осуществляет выбор действий, которые должны привести объект управления из текущего в заданное состояние. Неточное или неполное отражение процесса управления информационной моделью может отрицательно сказаться на содержании оперативной концептуальной модели, привести к ошибочным действиям.

Концептуальная модель, будучи внутренней (для оператора) основой переработки информации, служит для психической регуляции действий оператора. Именно она содержит сведения о заданном состоянии объекта и о способах преобразования текущих состояний в заданные. Если концептуальная модель может рассматриваться как внутреннее средство деятельности оператора, то информационную модель следует считать внешним средством этой деятельности.

Отдельную группу в инженерной психологии оставляют понятия, характеризующие состояние оператора в процессе деятельности, причем состояние, вызванное условиями деятельности, спровоцированное ими. Остановимся на рассмотрении следующих типичных для оператора состояниях: умеренной напряженности, повышенной напряженности, стресса и пониженной готовности.

Умеренная напряженность – это нормальное рабочее состояние, характеризующееся мобилизирующим влиянием трудовой деятельности на психику. Это состояние психической активности – необходимое условие успешного выпол-

нения действий. Оно сопровождается умеренным изменением физиологических реакций организма, проявляется в хорошем самочувствии, стабильном и уверенном выполнении действий.

Повышенная напряженность – состояние, которое может возникнуть при существенном ухудшении условий деятельности: отказах оборудования, поступлении неполной и неопределенной информации, дефиците времени, необходимости одновременно выполнять два или несколько несовместимых действия и т. п. При этом могут наблюдаться изменения физиологических реакций, нарушение структуры сбора информации и двигательных актов, отсутствие стабильности результатов и, как правило, затруднения и ошибки при выполнении наиболее сложных действий. Это эмоционально окрашенное состояние воспринимается чаще всего как неприятное: неуверенность в своих силах, сомнение в правильности действий, но в отдельных случаях оно может явиться источником прилива сил, бодрости и повышенной уверенности в себе. Независимо от положительной или отрицательной субъективной окраски этого состояния оно вызывает нарушение стабильности рабочих характеристик человека. Иногда оператор успешно справляется с очень трудной задачей, которая казалась бы ему непосильной в обычных условиях, и ошибается при выполнении простых операций.

Высшая степень напряженности называется стрессом. Стресс возникает в чрезвычайно неблагоприятных условиях деятельности и связан с субъективной оценкой ситуации как угрожающей (для жизни оператора или других людей, для сохранности оборудования и т. п.). Одной из главных причин стресса у оператора является сформировавшееся у него представление о непреодолимой трудности стоящей перед ним задачи, незнание, как справиться с управлением, как выйти из опасной ситуации. При стрессе наступает дезорганизация деятельности: отказ от действий, грубые ошибочные действия, нарушение двигательных и умственных навыков, резкое сужение внимания. Существенно изменяются физиологические реакции организма.

Еще одним, характерным для оператора состоянием, является пониженная готовность или низкий уровень бдительности. Оно возникает при продолжительной монотонной работе, потере интереса, отсутствии побудительных мотивов и выражается в замедленных реакциях на сигналы, в пропуске важной информации, в увеличении числа ошибок.

Психологическая теория деятельности, определяет трудовую деятельность, разновидностью которой является и деятельность оператора СТС, как процесс преобразования человеком объекта труда [6]. Человек воздействует на объект труда, целесообразно изменяя его состояние. Важнейшей закономерностью деятельности является то, что внешнее проявление деятельности (реакции, поведение) далеко не исчерпывает ее содержание; деятельность обязательно характеризуется мотивом, побуждающим человека действовать, смыслом того, на что она направлена. От мотива, смысла зависит степень напряженности, уровень внутренних усилий человека, его внимание, старательность.

Так как, важнейшей психологической характеристикой любой деятельности является целенаправленность, то оценка поведения оператора СТС должна начинаться с анализа целей, которые он перед собой ставит (конечной цели деятельности и частных, промежуточных целей отдельных действий). Не зная цели действия, нельзя правильно оценить его, нельзя правильно понять причину успеха или неудачи оператора.

При описании внешней структуры трудовой деятельности в инженерной психологии используется перечисление операций, которые являются элементами действий, не имеющими самостоятельных целей. Операции характеризуют способы выполнения действий, их состав определяется теми внешними обстоятельствами, в которых возникла цель действия. В качестве наиболее общих характеристик профессиональной деятельности человека-оператора, применяемых при ее изучении, можно выделить: мотив и цель (внутренние характеристики), действия и операции (внешние характеристики).

Следующая важная закономерность деятельности состоит в том, что она регулируется с помощью продуктов психического отражения: образов процесса

управления. Совокупность таких образов, созданная в процессе обучения человека и хранящаяся в его памяти, названа выше концептуальной моделью этого процесса. Цель действия представляется человеку в виде концептуальной модели заданного состояния или положения объекта управления. Несовпадение воспринятого с помощью информационной модели состояния процесса управления в данный момент с концептуальной моделью побуждает человека воздействовать на объект управления именно так, как того требует результат сличения образов текущего и заданного состояния [2].

Таким образом, сущность психической деятельности оператора СТС состоит в непрерывном сравнении и переработке информации, получаемой с информационной и концептуальной моделей процесса управления. Из этого следует необходимость при инженерно-психологических исследованиях основное внимание уделять, во-первых, обеспечению надежного восприятия необходимых в каждый данный момент сигналов СОВ и, во-вторых, изучению содержания концептуальной модели оператора СТС, обеспечивающей эффективность переработки информации.

Психические процессы при переработке информации оператором СТС можно разбить на следующие этапы.

1. Прием информации. На данном этапе оператор обнаруживает значимые для управления сигналы. Обнаружению сигналов способствуют специальные сигнальные устройства, привлекающие внимание оператора СТС к значимым изменениям ситуации. Затруднения в приеме информации возникают как по объективной (внешней) причине, так и по субъективной (внутренней) причине. В первом случае это, как правило, избыток или недостаток поступающей к оператору информации. Во втором случае – неправильное представление о ситуации, определяющее направленность поиска сигналов.

2. Переработка информации. Этот этап включает в себя опознание и оценку ситуации. Опознание заключается в том, что на основании принятых сигналов об изменении параметров у оператора складывается целостное представление (знание) о состоянии СТС или ее элементов, о степени соответствия реаль-

ного состояния заданному. Оpoznанная ситуация оценивается с точки зрения необходимости сохранить или изменить ее. Этап переработки информации значительно меньше выражен внешне в деятельности оператора, и это мешает истинной оценке его роли. Нередко этот этап протекает достаточно быстро и почти совпадает во времени с моментом обнаружения. Тогда говорят о мгновенном опознании. Однако во многих сложных и опасных ситуациях наблюдается удлинение этапа переработки информации. Такие ситуации характеризуются неопределенностью воспринятых оператором сигналов, неполнотой информации. Для опознания и оценки информации оператор СТС должен обладать достаточно развитым оперативным мышлением.

3. Принятие решения. На данном этапе оператор СТС формирует цель действия и выбирает способы ее достижения. Этап принятия решения может практически выпадать из деятельности оператора, если решение однозначно следует из оценки ситуации. Однако при наличии нескольких способов достижения цели, принятие решения является вполне самостоятельным сложным процессом, во многом определяющим конечный результат действия.

4. Выполнение решения. Это, либо четко выраженные двигательные операции, либо, наоборот, отсутствие или задержка двигательной реакции. Обычно на практическое обеспечение этого этапа деятельности оператора СТС обращается большое внимание.

Четкое временное разграничение вышеназванных этапов в деятельности оператора СТС далеко не всегда возможно. Нередко все они протекают почти одновременно, незаметно переходят один в другой.

Рассмотренные инженерно-психологические аспекты профессиональной деятельности операторов СТС имеют важное практическое значение, обусловленное задачами синтеза СТС (в частности тренажерных средств) на начальной стадии их разработки, задачами оптимизации СТС как СЧМ в целом, необходимостью создания высокоэффективных автоматизированных обучающих систем, потребностями научного обоснования требований к СТС и другими факторами.



**Список литературы**

1. Завалова Н.Д. Образ в системе психической регуляции деятельности / Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко. – М.: Наука, 1986. – 172 с. EDN SGKMFD
2. Доброленский Ю.П. Методы инженерно-психологических исследований в авиации / Ю.П. Доброленский, Н.Д. Завалова, В.А. Пономаренко [и др.]. – М.: Машиностроение, 1975. – 280 с.
3. Чепурнов И.А. Профессиографическое исследование профессиональной деятельности операторов зенитных ракетных комплексов / И.А. Чепурнов // Психология и психотехника. – 2023. – №3. – С. 97–107. – DOI 10.7256/2454-0722.2023.3.43982. – EDN XIQFKC
4. Артемов А.Д. Человеческий фактор в эксплуатации авиационной техники / А.Д. Артемов, Н.Д. Лысаков, Е.Н. Лысакова. – М.: МАИ, 2018. – 156 с. EDN YRYVRZ
5. Зинченко В.П. Деятельность оператора в режиме информационного поиска / В.П. Зинченко, Н.И. Майзель, Л.В. Фаткин // Вопросы психологии: одиннадцатый год издания. – 1965. – №2. – С. 3–17.
6. Леонтьев А.Н. Лекции по общей психологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Психология» / под ред. Д.А. Леонтьева, Е.Е. Соколовой. – М.: Смысл; Academia, 2010. – 509 с. EDN QXZYAL