

**Сергей Фёдорович Сергеев**, доцент факультета искусств Санкт-Петербургского государственного университета, кандидат психологических наук

## ИНЖЕНЕРНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ЭРГОНОМИКА: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, ПОНЯТИЙНЫЙ И КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ БАЗИС

Мы живём в мире, насыщенном сложными техническими устройствами и системами, которые давно стали привычными элементами нашего быта и интерьера. Это бытовые приборы — холодильники, стиральные машины, телевизоры; оргтехника и мультимедийное окружение — компьютеры, принтеры, лазерные проекторы и многое другое. Люди активно внедряются во все сферы отношений с природой, увеличивая свои возможности с помощью науки, техники и технологии. Транспортные, энергетические, производственные, социальные системы представляют собой широкий спектр систем, включающих человека посредством техники. Автомобили, самолёты, корабли, подводные лодки, орбитальные станции, электростанции, объекты вооружения — всё это создают большие коллективы разработчиков в процессе исследовательской и проектной деятельности.

При постоянном усложнении техники, необходимости объединять человека и машину в единую систему нетривиальным образом пользоваться лишь соображениями здравого смысла недостаточно: кроме инженерных зна-

ний и умений необходимо опираться на эргономику и инженерную психологию — дисциплины научно-практического комплекса, учитывающего особенности проектирования техногенной среды, включающей человека. Эти сравнительно недавно появившиеся отрасли психологического и инженерного знания переживают в настоящее время интенсивное развитие.

### **История возникновения и развития дисциплин по учёту человеческого фактора**

Историко-содержательный анализ появления и развития инженерной психологии и эргономики следует начать с рассмотрения зарубежного и в первую очередь американского опыта. Именно здесь зародились и получили развитие дисциплины, послужившие аналогами отечественным реализациям инженерной психологии и эргономики. Это прежде всего появившиеся в США в начале XX века направления протехники (*industrial engineering*) и возникшие в послевоенное время

комплексы человекотехнических дисциплин (основные из них — *human factors, human factors engineering and ergonomics*). Они гибко реагировали на эволюцию техники и технологий, происходившую под влиянием научно-технического прогресса, изменяя в контексте решения конкретных производственных задач поле своей деятельности.

Бурное развитие техники и появление сложных управляемых человеком систем привели к настоящему терминологическому буму, возникновению во многом синонимичных дисциплин: *human engineering, applied ergonomics, human performance engineering, engineering psychology, industrial ergonomics, anthropotechnics, applied experimental psychology, biotechnology, psychotechnology, human-factors psychology and biomechanics*. Многие из них являются производными от областей пересечения технических и гуманитарных наук.

Первые наиболее значительные работы по инженерной психологии появились в США и Англии в 1940-х годах и связаны с совершенствованием объектов военной техники и, в частности, систем боевой авиации и управляемого вооружения. Начало Второй мировой войны стало катализатором для развития дисциплин человеческого фактора и эргономики. Возникла необходимость в мобилизации больших масс людей, их распределении на конкретные военные профессии, что сделало непрактичными имевшиеся процедуры профессионального отбора. Акцент в создании боевой техники сместился с вопросов инженерного проектирования в область согласования её с возможностями персонала при минимуме психофизиологических ограничений. В то время технический прогресс впервые опередил возможности

человека к адаптации и компенсации в среде управления машинами. Особенно наглядно это проявилось при анализе причин резкого повышения аварийности среди лётчиков высокого класса, которые постоянно запаздывали в управлении скоростными машинами. Стало ясно, что чисто инженерных методов при проектировании боевых самолётов явно недостаточно. Отметим также появление новых форм операторской деятельности, связанных с возникновением радиолокационной техники.

Среди авторов того периода отметим известных американских психологов, специалистов в области человеческого фактора: А. Чапаниса (*A. Chapanis*), К. Моргана (*C. Morgan*), Р. Слейта (*R. Slight*), П. Фитса (*P. Fitts*), Дж. А. Миллера (*G. A. Miller*), Е. Мак-Кормика (*E. Mc. Cormic*). Дальнейшее развитие военной эргономики проходило во времена «холодной войны». Были созданы военные лаборатории по видам вооружённых сил: «*Human Engineering Laboratory*», «*Air Force Personnel and Training Research Center*», «*Naval Electronics Laboratory*». Аналогичные лаборатории были созданы в ведущих университетах США: в 1946 году в Иллинойском университете (*Aviation Psychology Laboratory*) и в 1949 году в университете штата Огайо (*Laboratory of Aviation Psychology*). Свои лаборатории эргономики и инженерной психологии имели практически все крупные фирмы, работавшие на военно-промышленный комплекс США: *Boeing, McDonnell Douglass, Grumman Corporation, Bell Laboratories* и др.

Первое эргономическое общество за рубежом было создано в Англии в 1949 году, а в 1961 году Международная эргономическая ассоциация объединяла в своих рядах учёных

более 30 развитых капиталистических стран. В 1957 году было организовано «Общество человеческих факторов» (*Human Factors Society*), которое в 1992 году было переименовано в «Общество человеческих факторов и эргономики» (*Human Factors and Ergonomics Society*). Сегодня эта организация насчитывает более 4500 членов, участвующих в работе 23 технических групп.

Начиная с 1960-х годов и по настоящее время, в США наблюдается дальнейший рост дисциплин человеческого фактора в установленных ранее границах и их экспансия в области компьютерного оборудования, систем интерфейса, программного обеспечения, атомных технологий и систем вооружения, систем автоматизации и Интернета, в область адаптивных технологий и систем искусственного интеллекта.

Предтечей эргономики и инженерной психологии в Советском Союзе стала психотехника — научное движение, занимающееся внедрением психологических знаний в практику (термин предложен в 1903 году В. Штерном, а основатель направления — Г. Мюнстерберг). Наиболее видные представители психотехники в 20–30-е годы в Советском Союзе: А.К. Гастев, И.Н. Шпильрейн, А.И. Розенблюм, С.Г. Гелерштейн, Н.А. Эпле, К.К. Платонов, Б.М. Теплов осуществили во многом успешные попытки использования данных психологии в различных сферах человеческой практики.

Так, например, А.А. Толчинский проводил психологические тренировки работников технического контроля на заводе «Красный треугольник» по производству галош. Тренировки проводились с использованием данных психофизиологии. Проводился анализ деятельно-

сти, выявлялись существенные качества, необходимые для её выполнения.

Ю.И. Шпигель, Л.И. Селецкая и В.В. Чебышева исследовали вопросы совершенствования функций различения свойств стали сталеварами. Ими предложена методика тренировки функций цветоразличения, повысившая качество визуального определения состава стали. Были составлены специальные таблицы.

Н.А. Бернштейн изучал в те годы рабочее место вагонного жителя метро, а Н.Е. Эпле — авиационные индикаторы на приборной доске лётчика. А. К. Гастева волновала идея гармонизации человека и машины.

Наблюдался рост числа публикаций и выступлений по эргономической тематике на научных конференциях. Проблемы человеческого фактора и практической психологии получили отражение на Всесоюзном педологическом съезде (Москва, декабрь 1927 года — январь 1928 года), на Всесоюзной конференции по психофизиологии труда и профессиональному отбору (Москва, 1927 год). В 1930 году на съезде по изучению поведения человека в Ленинграде обсуждались методологические задачи практической психологии. 1-й Всесоюзный съезд по психотехнике и прикладной психофизиологии (май 1931 года) был насыщен выступлениями психотехников, в которых обсуждались вопросы, ставшие классическими для инженерной психологии. Так, Н.Д. Левитов рассматривал критерии эффективности испытаний профессиональной пригодности, Г. Серебряков поделился опытом изучения моторики красноармейцев стрелковой роты, а Г. Боген изложил основные результаты применения эргографической и координатометрической проб при изучении колеба-

ний работоспособности бойца в связи с пребыванием в противогазе.

Казалось, ничто не может помешать активному развитию исследований в области человеческого фактора, но вмешался идеологический фактор. Психотехника, как и генетика и кибернетика, стала жертвой сталинской эпохи. В 1936 году вышло постановление ЦК ВКП (б) от 4 июля «О педологических извращениях в системе Наркомпроса», направленное против педологии — отрасли психолого-педагогического знания, декларировавшей комплексный подход к изучению ребёнка, где было допущено множество ошибок в силу некритичного применения методов психодиагностики малоквалифицированными учителями-педологами того времени. В соответствии с этим постановлением вместе с педологическими центрами были закрыты и все лаборатории по промышленной психотехнике и психофизиологии труда. Справедливости ради нужно отметить, что в постановлении ЦК ВКП (б) нет ничего, что бы напрямую указывало на необходимость закрытия этих дисциплин. Объединяло их с педологией лишь применение западных, «чуждых советской власти» тестов и методов. Этого было достаточно для уничтожения психотехники. Наиболее видные её представители были репрессированы.

Одной из причин возникшего положения явилась низкая эффективность и декларативность психотехники как науки. Технически и технологически отсталая страна того времени не требовала психологических методов повышения эффективности экономики. Вследствие этого многие темы носили надуманный, искусственный характер. Так, в одном исследовании утверждалось, что горизонтальное положение является самым удобным

для питания мозга. В качестве рекомендации работникам умственного труда было предложено устраивать лежачие рабочие места. Эксперимент не удался, так как большинство участников быстро засыпало. Пришлось рекомендацию отменить. Между тем физика отстояла своё право на жизнь, так как правящей советской элите нужно было ядерное оружие, и она его получила.

Новый интерес к практической психологии в Советском Союзе возник уже в послевоенное время в связи с запросами оборонной отрасли. В конце 1950-х годов в Москве, в секретном в то время НИИ автоматической аппаратуры, под руководством Д.Ю. Панова были проведены первые научно-исследовательские работы по учёту человеческого фактора. В 1961 году здесь же была создана лаборатория инженерной психологии (руководитель В.П. Зинченко).

Первая «открытая» лаборатория инженерной психологии (вначале носившая название лаборатории индустриальной психологии) в нашей стране была организована Б.Ф. Ломовым в Ленинградском государственном университете в 1959 году.

Первое обсуждение инженерно-психологических вопросов состоялось на конференции по психологии труда в 1957 году в Институте психологии АПН РСФСР.

Несколько докладов было прочитано на Первом Всесоюзном съезде психологов.

На втором съезде, состоявшемся в 1963 году в Ленинграде, уже работала самостоятельная секция по инженерной психологии и симпозиум по проблемам приёма и переработки информации человека. В 1963 году в Москве состоялась конференция по проблеме «Человек и автомат». В 1966 году в МГУ и ЛГУ од-

современно созданы кафедры психологии труда и инженерной психологии.

Ключевую роль в развитии научного направления инженерной психологии в СССР сыграл Борис Фёдорович Ломов — выпускник Ленинградского государственного университета, первый декан факультета психологии, в дальнейшем один из организаторов и бессменный с 1971 по 1989 год директор Института психологии АН СССР (ИПАН). Интересно, что данный институт вначале планировалось назвать институтом инженерной психологии, и только вмешательство одного из членов ЦК КПСС позволило придать создаваемому институту функции, выходящие за пределы изучения человеческого фактора в технике. Тем не менее, лаборатория инженерной психологии в Институте психологии АН СССР всё же была создана в 1973 году по инициативе В.Ф. Рубахина. В дальнейшем в ИПАН сложилась академическая школа инженерной психологии под воздействием идей и при активном участии: В.Ф. Венды, А.И. Галактионова, Ю.М. Забродина, Б.Ф. Ломова, В.Д. Небылицина, К.К. Платонова, В.Ф. Рубахина, а также в последние годы — В.А. Бодрова, В.А. Вавилова, Л.Г. Дикой, А.А. Обознова.

О Б.Ф. Ломове нужно сказать особо и отдать дань этой неординарной личности. При его непосредственном участии были проведены: в 1964 году — Первая Ленинградская конференция по инженерной психологии, в 1965 году — Конференция по инженерной психологии в приборостроении. В 1963 году вышла книга Б.Ф. Ломова «Человек и техника», имевшая успех и переизданная в 1966 году издательством «Советское радио». Это самая известная книга по инженерной психологии, изданная в советское время.



**Борис Фёдорович Ломов, член-корр.  
АН СССР, профессор (1927–1989)**

Эргономика в Советском Союзе развивалась параллельно с инженерной психологией. Пик её популярности обозначился позже, в начале 1970-х годов, хотя в концептуальном плане эта дисциплина оформилась в начале 1920-х годов трудами В.М. Бехтерева, который называл её *эргонология*, и В.Н. Мясищев — автора *эргологии*. Сам термин «эргономика» был введён Войтехом Ястшембовским в 1857 году, который подразумевал под ним науку о труде, основанную на законах природы.

Московскую эргономическую школу возглавил Владимир Петрович Зинченко — представитель известной психологической династии. Его сестра — Татьяна Петровна Зинченко изучала проблемы восприятия, опознания и кодирования в Ленинградском университете, а отец — Пётр Иванович Зинченко — выда-

ющийся представитель Харьковской школы психологии, специалист в области исследований памяти.

Основной центр деятельности представителей эргономического направления располагался в Москве во Всесоюзном научно-исследовательском институте технической эстетики (ВНИИТЭ), находившемся на территории ВДНХ. Заместителем директора по науке ВНИИТЭ был в то время Владимир Михайлович Мунипов, сотрудничество, которого с В. П. Зинченко во многом определило формы и направления развития отечественной эргономики в советское время.



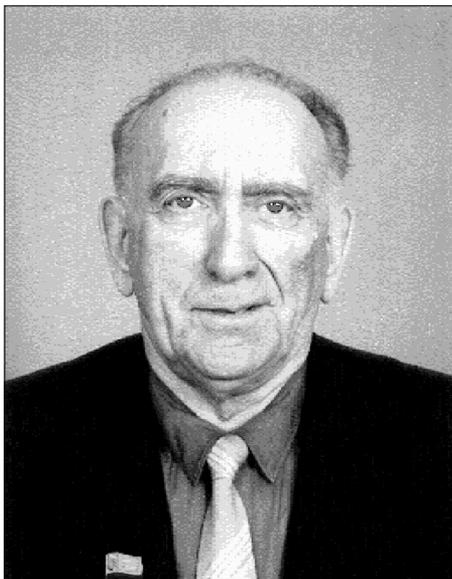
**Владимир Петрович Зинченко,  
академик РАО, профессор.  
Родился в 1931 году**

Отдел эргономики ВНИИТЭ начал свою работу в 1962 году. Во ВНИИТЭ трудились известные специалисты в области эргономи-

ки и дизайна: Г.М. Зараковский, О.И. Генисаретский, Г.П. Щедровицкий, Л.Д. Чайнова, Д.А. Азрикан, М.М. Блох, В.Ф. Сидоренко, Д.Н. Шелкунов. Ими были созданы получившие мировую известность школы эргономики, эрго- и футуродизайна. Были разработаны и приняты инженерно-психологические требования, принципы и рекомендации по эргономике, издано более 30 выпусков трудов ВНИИТЭ серии «Эргономика», хорошо знакомые всем работающим в этой области. Под редакцией В.П. Зинченко и В.М. Мунипова в 1991 году вышел перевод на русский язык шеститомного руководства «Человеческий фактор».

Развитие инженерной психологии и эргономики в России в значительной мере связано с работами оборонной тематики. Их возглавил Пётр (Пинхус) Яковлевич Шлаен, сотрудник НИИ-2 в Твери. Совместно со специалистами из научно-исследовательских организаций Министерства обороны СССР — В.М. Ахутиным, В.А. Бодровым, А.И. Губинским, Г.М. Зараковским, Е.И. Заславским, В.П. Зинченко, А.М. Карасёвым, Б.А. Королёв, Б.Ф. Ломовым, В.И. Медведевым, В.М. Муниповым, А.А. Польским, В.К. Пуховым, Г.Л. Смоляном, В.Г. Фокиным и другими он принял участие в создании системы эргономического обеспечения разработки и эксплуатации образцов военной техники (СЭОРЭ ВТ). Данная система носила межотраслевой характер и оказала большое влияние на развитие эргономики в СССР и странах-членах СЭВ. Работа завершилась изданием «Руководства по эргономическому обеспечению разработки и эксплуатации вооружения и военной техники». В доработках СЭОРЭ приняли участие: С.В. Ашметков, В.М. Войненко,

И.Г. Городецкий, Т.Т. Джамгаров, В.Г. Евграфов, В.А. Жогин, М.Н. Кожин, И.Д. Кудрин, В.В. Кобзев, А.В. Нефедович, В.М. Львов, В.В. Малозёмов, В.Д. Магазанник, П.И. Падерно, А.А. Фрумкин<sup>1</sup>.



**Пётр Яковлевич Шлаен, профессор,  
лауреат Государственной премии СССР  
(1923–2009)**

П.Я. Шлаен — организатор первых в СССР комплексных НИР по эргономике и инженерной психологии в области вооружения и военной техники «Дедукция» и «Авангард», проводившихся с 1968 года по всей стране. В 1970 году в Калинин (г. Тверь) проходила III Всесоюзная конференция по инженерной психологии, на которой были представлены

доклады по вопросам инженерно-психо-логического и эргономического обеспечения проектирования сложных технических систем. В настоящее время работы по этому направлению проводятся в рамках Межотраслевого центра эргономических исследований и разработок — «НПП «Эргоцентр» под руководством профессора Львова Владимира Марковича.

Один из известных центров военной инженерной психологии и эргономики зародился в Туле, в 1970-х годах, в ЦКБ аппаратуостроения, проводившем работы по созданию тренажёров для Советской армии. Его видные представители — Аверин Станислав Иванович, Лискин Владимир Михайлович, Коротеев Геннадий Леонидович, Соколов Валерий Николаевич. Здесь получили развитие инженерно-психологические исследования по профотбору и профессиональному обучению массовых операторских специальностей с использованием технических средств обучения и тренажёров. Исследования по инженерно-психологической тематике осуществлялись практически во всех сферах оборонной промышленности.

Инженерная психология во многом повлияла на специфику развития факультета психологии Ленинградского университета, которая состояла в выраженной практической направленности на решение задач военно-промышленного комплекса страны. В научно-исследовательских лабораториях кафедры инженерной психологии факультета психологии, созданной в 1966 году, работали известные учёные: Г.С. Никифоров, занимавшийся в то время вопросами надёжности человеческого звена в авиации; Т.П. Зинченко — вопросами зрительного опознавания и разработки

<sup>1</sup> Шлаен, П.Я. Дни моей жизни. 66 лет служения Армии и оборонному комплексу. М.: ФГУП «ВИМИ», 2007. С. 189.



На конференции в Эргоцентре (г. Тверь). Слева направо в первом ряду: профессора Б.М. Герасимов, В.М. Львов, С.А. Багрецов, П.И. Падерно



Кафедра инженерной психологии Ленинградского государственного университета, 1980-е годы. Слева направо: сверху – завкафедрой, профессор Г.В. Суходольский; доцент С.А. Маничев; доцент В.К. Васильев; профессор Г.С. Никифоров; внизу – доцент И.М. Луцкихина; профессор Т.П. Зинченко; доцент М.А. Дмитриева, профессор О.С. Дейнеко, доцент М.Н. Ильина

кодовых алфавитов; А.И. Нафтульев — изучавший проблемы принятия решения; Г.В. Суходольский — вначале задачами сенсомоторного слежения, а затем проблемами психологической теории деятельности. В 1980 году впервые в СССР в университете был создан специфаккультет по переподготовке кадров по инженерной психологии, выпускники которого работали в различных сферах народного хозяйства.

К началу 80-х годов в Советском Союзе был создан мощный научно-практический комплекс инженерной психологии и эргономики для решения задач практически во всех отраслях обороны и промышленности. В нём работало несколько тысяч высококвалифицированных специалистов, велась активная научно-исследовательская и педагогическая деятельность.

Сегодня ведущими центрами прикладных инженерно-психологических и эргономических исследований в России являются: Санкт-Петербургский и Московский государственные университеты; Институт психологии РАН (Москва); ОАО «НПП «Эргоцентр» (г. Тверь); ОАО «Концерн «Аврора» (Санкт-Петербург), АО «Вертолётный завод им. М.Л. Миля» (Москва); Московский авиационный институт (МАИ); Московский авиационно-технологический институт (МАТИ); Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»; Институт авиационной и космической медицины (в настоящее время преобразован в Центр авиакосмической медицины и эргономики ГНИИИ военной медицины МО РФ) (Москва); Государственный научный центр РФ «Институт медико-биологических проблем РАН» (Москва); ВНИИТЭ (Москва).

## Место эргономики и инженерной психологии в системе научного знания

Инженерная психология, как и все практические дисциплины, непрерывно меняет свою сферу интересов, подстраиваясь под запросы практики, и вследствие этого не имеет точного определения своей рабочей области. В настоящее время это научно-практический комплекс, связанный с изучением, проектированием и эксплуатацией технических систем, включающих человека.

Приведём ряд популярных определений, отражающих области исследований и применений инженерной психологии и их эволюцию.

*Инженерная психология* — наука, изучающая системы «человек — техника» с целью достижения их высокой эффективности и разрабатывающая психологические основы:

- конструирования техники и организации управления технологическим процессом;
- подбора людей, обладающих необходимым уровнем индивидуально-психологических профессионально важных качеств для работы с определённой техникой;
- профессиональной подготовки людей, использующих в своей трудовой деятельности сложные технические устройства.

*Инженерная психология* изучает психологические закономерности трудовой деятельности человека в системах управления и контроля, его информационное взаимодействие с техническими устройствами этих систем.

*Инженерная психология* имеет целью разработку психологических основ для проектирования и создания новой техники с учётом «человеческого фактора», т.е. с учётом сово-

купности тех свойств человека-оператора, которые влияют на эффективность системы «человек — машина».

*Инженерная психология* изучает и преобразует труд оператора, выполняющего функции управления сложной системой.

Сложная система «человек — машина» характеризуется двумя главными отличительными признаками. Во-первых, в такой системе человек контролирует состояние управляемого объекта и воздействует на него не путём непосредственного контакта с орудием и предметом труда, а через дистанционные передачи. Во-вторых, человек воспринимает информацию об объекте управления и влияющих факторах среды от средств отображения информации и воздействует на управляемый объект с помощью органов управления.

*Инженерная психология* — отрасль науки, изучающая психологические особенности труда человека при взаимодействии его с техническими средствами в процессе производственной и управленческой деятельности; результаты изысканий используются для оптимизации деятельности людей в системах «человек-машина», а также в эргономике при проектировании новых технических средств и технологий.

Заметим, что, несмотря на схожесть названий отечественной инженерной психологии и американской *Human engineering*, это далеко не тождественные дисциплины. Отечественная инженерная психология в силу исторических причин вобрала в себя более широкий научно-практический контекст и близка по содержанию к методологии тотального проектирования *Human Factors*.

Аналогичное, в основных чертах тождественное, содержание носит зародившееся

в Советском Союзе эргономическое направление учёта человеческих факторов. Круг интересов и притязаний эргономики может быть очерчен в определениях, данных представителями этого направления:

*Эргономика* (от греч. *ergon* работа и *nomos* закон) — научно-прикладная дисциплина, занимающаяся изучением и созданием эффективных систем, управляемых человеком.

*Эргономика* — отрасль науки, изучающая человека (или группу людей) и его (их) деятельность в условиях производства с целью совершенствования орудий, условий и процесса труда. Основной объект исследования эргономики — системы «человек — машина», в том числе и так называемые эргатические системы; метод исследования — системный подход.

*Эргономика* — дисциплина, изучающая движение человека в процессе производственной деятельности, затраты его энергии, производительность и интенсивность при конкретных видах работ. Эргономика исследует не только анатомические и физиологические, но также и психические изменения, которым подвергается человек во время работы. Результаты эргономических исследований используются при организации рабочих мест, а также в промышленном дизайне.

*Эргономика* — отрасль междисциплинарная, черпающая знания, методы исследования и технологии проектирования из следующих отраслей человеческого знания и практики:

- инженерная психология;
- психология труда, теория групповой деятельности, когнитивная психология;
- конструирование;
- техническая эстетика;
- гигиена и охрана труда, научная организация труда;

- антропология, антропометрия;
- медицина, анатомия и физиология человека;
- теория проектирования;
- теория управления.

Некоторые исследователи условно делят эргономику на три подобласти:

*Микроэргономика* — исследование и проектирование систем «человек — машина». В неё включаются, в том числе, и интерфейсы «человек — компьютер» (компьютер рассматривается как часть машины), — как аппаратные интерфейсы, так и программные. Соответственно, «эргономика программного обеспечения» — это подраздел микроэргономики. Сюда же относятся системы «человек — компьютер — человек», «человек — компьютер — процесс», «человек — программа», «человек — программное обеспечение».

*Мидиэргономика* — исследование и проектирование систем «человек — рабочая группа, коллектив, экипаж, организация», «коллектив — машина», «человек — сеть, сетевое сообщество», «коллектив — организация».

Здесь и проектирование организаций, и планирование работ, и обитаемость рабочих помещений, и гигиена труда, и проектирование автоматизированных рабочих мест (АРМ), залов с дисплеями общего пользования, интерфейсов сетевых программных продуктов, и многое другое. Исследуется взаимодействие на уровне рабочих мест и производственных задач.

*Макроэргономика* — исследование и проектирование систем «человек — социум, общество, государство», «организация — система организаций».

Столь широкая экспансия эргономики опасна для неё, ибо одного психологического

базиса явно недостаточно для решения большинства возникающих практических задач.

Наиболее удачное и сбалансированное на настоящий момент определение дисциплины имеет следующий вид:

*Эргономика* — системная научно-практическая дисциплина, изучающая закономерности формирования человеко-ориентированных свойств систем «человек-машина», оказывающих непосредственное влияние на качество деятельности, функциональное состояние и развитие личности человека, работающего в составе таких систем.

Различия между инженерной психологией и эргономикой часто имеют незначительный, чисто терминологический характер. Эти науки часто нарушают совместные границы. Все они междисциплинальны и используют данные широкого класса наук, связанных с человеком.

В качестве критериев отличия между эргономикой и инженерной психологией считают их ориентацию — или на человека (инженерная психология), или на учёт особенностей человека при проектировании техники (эргономика)<sup>2</sup>. Считается, что инженерная психология занимается системами «человек — техника», а эргономика — «человек — техника — среда». Эргономика — более практическая, инженерная дисциплина, а инженерная психология — психологическая, теоретическая. Некоторые авторы включают инженерную психологию в состав эргономики, и её родственной дисциплины под названием «Учёт человеческих факторов».

<sup>2</sup> Шлаен П. Я., Львов В. М. Эргономика для инженеров: Эргономическое обеспечение проектирования человеко-машинных комплексов: проблемы, методология, технологии. Тверь: ТвГУ, 2004.

В настоящее время наблюдается рост специализации отдельных направлений развивающихся в рамках эргономики и инженерной психологии, что приводит к появлению новых дисциплин. Так, например, интенсивно развивается направление, возникшее в процессе решения задач, связанных с проектированием компьютерных интерфейсов, — *юзабилити* (Usability Engineering) — научно-прикладная дисциплина, служащая повышению эффективности, продуктивности и удобства использования инструментов деятельности.

Эргономика и инженерная психология взаимодействуют практически со всеми науками, в той или иной мере связанными с человеком, осуществляющим трудовую деятельность: антропологией, психологией, педагогикой, физиологией, технической эстетикой, гигиеной и безопасностью труда. Они черпают свои методы из математики, социологии, системотехники, экономики, информатики, биологии и педагогики, технических наук.

Междисциплинарный характер эргономики и инженерной психологии не свидетельствует о стремлении этих наук иметь главенствующее значение в процессе создания технических систем. Они лишь очерчивают круг проблем, решение которых осуществляется силами компетентных отраслей знаний.

Эргономика формулирует свои требования в форме эргономических требований и стандартов, ограничивающих зоны допустимых вариаций условий деятельности человека в среде/социо/технической системе.

Главные цели эргономики: повышение эффективности систем «человек — техника — среда» (в разных вариантах — «человеко-машинного комплекса», «эргатической системы» и т.д.), обеспечение безопасного труда,

развитие личности профессионала в процессе труда.

## Основные задачи эргономики и инженерной психологии

*Задачи эргономики как науки:*

- Разработка теоретических основ проектирования деятельности человека-оператора с учётом специфики эксплуатируемой техники и рабочей среды.
- Исследование закономерностей взаимодействия человека с техническими системами и окружающей средой.
- Разработка принципов создания систем «человек — техника — среда» и алгоритмов деятельности операторов.
- Перспективное планирование вопросов развития человеко-машинных систем и содержания труда действующих в них операторов.
- Разработка методов и средств, сопровождающих процессы создания и эксплуатации, эффективных эрготехнических сред.
- Обобщение опыта создания и эксплуатации человеко-машинных систем, стандартизация эффективных решений.
- Поиск связей между качеством труда и обеспечивающими его эргономическими параметрами.

Добавим к научным направлениям *практические задачи* по:

- проведению комплексной эргономической экспертизы;
- проектированию среды обитания;
- внедрению стандартов в практику проектирования и эксплуатации систем «человек — техника — среда».

В инженерной психологии выделяют *задачи*, формирующие содержание и специ-

фику работ *этого научно-практического направления*:

- Анализ задач человека в системе «человек — машина», изучение структуры и классификации деятельности оператора. Распределение функций между человеком и кибернетической частью системы.

- Изучение процессов преобразования информации оператором: приём информации, переработка информации, принятие решения, осуществление управляющих воздействий.

- Исследование совместной деятельности операторов, процессов общения и обмена информацией.

- Разработка методов построения рабочих мест операторов и систем интерфейса.

- Изучение факторов, влияющих на деятельность оператора. Оценка и формирование оптимальных рабочих функциональных состояний.

- Изучение влияния психологических факторов на эффективность систем «человек — машина».

- Разработка принципов, методов и средств профессиональной подготовки операторов для обеспечения процедур профессионального отбора, обучения, формирования коллективов, тренировки, психологической поддержки и коррекции.

- Инженерно-психологическое сопровождение проектирования и оценка систем «человек-машина». Это обобщающая задача, и при её решении используются результаты, полученные при решении всех предыдущих задач. Выделяют два основных прикладных направления инженерной психологии: системотехническое и эксплуатационное.

*Системотехническое направление* включает в себя:

- комплексное проектирование деятельности оператора и используемых им технических средств;

- создание информационных моделей, реализуемых на различных устройствах отображения и органах управления;

- реализацию алгоритмов и анализ содержания управляющих действий, исключая ошибки и внештатные ситуации;

- выработку требований к уровню профессиональной пригодности, учитывая необходимость отбора, степень обученности, виды и содержание тренировочных упражнений и средств подготовки;

- определение соответствия содержания деятельности возможностям человека-оператора.

*Основные проблемы*, решаемые в рамках *эксплуатационного направления*:

- анализ поведения и работоспособности операторов в различных режимах работы;

- психологическое сопровождение научной организации труда операторов;

- разработка методов и средств контроля психофизиологического состояния операторов;

- вопросы групповой психологии, профессиональной подготовки операторов и т. д.

### **Система «человек — машина»**

Человечно-машинные комплексы относятся к объектам, свойства которых формируются в результате взаимодействия сложных разнокачественных систем физической и биологической природы. Эргономика использует идеи системного подхода в качестве основной

методологической ориентации. Понятия и принципы системного подхода применимы при рассмотрении вопросов эргономического обеспечения. Основные из них — система, элементы, функции. *Система* в переводе с греческого языка означает *целое, составленное из частей*. Системный подход охватывает группу методов, описывающих объект как совокупность взаимодействующих элементов, реализующих в процессе достижения цели системы определённые функции. Система образует организацию, существующую по принципам:

- иерархичности. Система более низкого порядка встроена в систему более высокого порядка и определяет протекающие в ней процессы;
- целенаправленности. Цель системы определяет деятельность её создателей при проектировании, является критерием оценки её работоспособности;
- каждый элемент системы подчинён общей целевой функции;
- каждый элемент оказывает влияние на все другие элементы;
- выходные эффекты отдельных элементов системы преобразуются в выходные эффекты системы.

Кроме того, системная организация включает в себя процедуры и процессы измерения, оценки, сравнения, обратной связи, которые устанавливают рабочие характеристики системы. Каждая человек-машинная система описывается в соответствии с данными принципами.

Система «человек — машина» — одно из основных понятий эргономики и инженерной психологии. По ГОСТ 26.387–84 *система «человек — машина» — это «система, включающая в себя человека-оператора СЧМ,*

*машину, посредством которой он осуществляет трудовую деятельность, и среду на рабочем месте*». Состоит из двух принципиально разных подсистем: подсистемы, включающей технические звенья («машина»), и подсистемы, которая представлена человеком-оператором СЧМ. Никакая автоматизация не может исключить человека из системы в целом.

С повышением степени автоматизации для сохранения управляемости системы мы вынуждены иметь подсистему более высокого уровня, которая будет включать в себя подсистему «человек», а замкнутая система будет иметь свойства системы «человек — машина».

Человек, выполняющий функции управления в системе «человек — машина», называется оператором. В эргономике под *человеком-оператором* понимается человек, осуществляющий трудовую деятельность, основу которой составляет взаимодействие с объектом воздействия, машиной и средой на рабочем месте при использовании информационной модели и органов управления. В узком смысле в рамках инженерной психологии под оператором понимают человека, выполняющего деятельность в СЧМ посредством взаимодействия с информационной моделью.

«Информационная модель» реализуется в технических средствах в виде средств отображения информации — индикаторов, дисплеев, сигнализаторов, содержания виртуальной реальности и т.п. и должна обеспечить оператору:

- понимание отображаемой информации;
- выделение сложных отношений в ситуации;

— эффективное информационное взаимодействие человека и технических устройств;

— максимальную надёжность деятельности человека и системы управления;

— возможность легко и свободно менять способы действия, гибкость поведения человека и взаимозаменяемость наблюдателей;

— условия координации действий, если системой управляет не один человек, а коллектив.

*Информационная модель* — это организованное в соответствии с определённой системой правил отображение состояния предмета труда, технической системы, внешней среды и способов воздействия на них.

По ГОСТ 26.387-84 *информационная модель* — это «условное отображение, информация о состоянии объекта воздействия, системы «человек — машина» и способов управления ими».

Информационные модели, несущие осведомительную информацию, разделяют на наглядные, абстрактные и смешанные.

**Наглядные модели** (репродуктивные, пикторальные, картинные или модели — изображения) являются некоторой визуальной копией, подобием отображаемого объекта; в них воспроизводятся те или иные, прежде всего пространственные и модальностные, свойства объекта. Картина, фотография, голограмма, мультимедиа, компьютерная графика и видеозображения — примеры наглядных информационных моделей.

Достоинство этих моделей в том, что процесс их восприятия во многих отношениях протекает так же, как и процесс восприятия реальных объектов, что позволяет

человеку использовать опыт, полученный в процессе деятельности с реальными объектами.

**Абстрактные модели** (символические, условные, знаковые, кодовые) передают оператору информацию об отображаемом объекте при помощи набора знаков. Текст, математические формулы, системы символов — примеры этого класса моделей. Достоинство абстрактных моделей в том, что они позволяют отображать скрытые непосредственному наблюдению свойства объектов — скорость, напряжение, величину тока, угол крена, ускорение и т.д.

**Смешанные модели** — сочетание элементов наглядных и абстрактных моделей. При рациональном сочетании объединяются достоинства моделей первых двух типов.

Информационная модель формирует в операторе особую систему отношений, базирующуюся на его опыте, особенностях мышления, представлениях о развитии ситуации, предвидении последствий, называемую «концептуальной моделью». В ней отражаются потребности человека, система взглядов, профессиональные качества, позиция по отношению к решаемой задаче, прогноз будущего состояния системы и способы перевода её в это состояние.

Одна и та же информационная модель в зависимости от состояния оператора порождает в нём различные концептуальные модели.

Основные *обобщённые требования* к информационным моделям:

- информационная модель должна отражать существенные взаимосвязи в системе;
- строиться на основе использования эффективных кодов;

- быть наглядной и учитывать характеристики анализаторных систем человека, порядок и сложность операций.

### Типы систем «человек — машина»

Система «человек — машина» эффективна, когда оптимально сочетаются возможности машины и человека.

*На человека следует возлагать* выполнение функций по:

- распознаванию ситуации в целом по многочисленным, сложно связанным характеристикам, а также при неполной информации о ситуации;

- осуществлению функций индуктивного вывода, т.е. обобщению отдельных фактов в единую систему;

- решению задач, в которых отсутствует единый алгоритм или нет чётко определённых правил обработки информации;

- решению задач, в которых требуется гибкость и приспособляемость к изменяющимся условиям, особенно задач, появление которых заранее трудно предвидеть;

- решению задач с высокой ответственностью в случае возникновения ошибки.

*Машине следует поручать:*

- выполнение всех видов математических расчётов;

- выполнение однообразных, постоянно повторяющихся операций, реализуемых по заданному алгоритму;

- хранение и динамическое представление больших объёмов однородной информации;

- решение задач, требующих дедуктивного вывода, т.е. получения на основе общих правил решений для частных случаев;

- выполнение действий, требующих высокой скорости реакции на команду.

Не следует воспринимать приведённые рекомендации как руководство к действию. Это лишь иллюстрация различий, присущих основным элементам человеко-машинной системы. Всё в действительности гораздо сложнее, требует тонкого анализа содержания деятельности оператора и учёта возникающих артефактов. Несмотря на значительный прогресс в создании сложных технических систем, человек во многих случаях незаменим. Особенно это касается его возможностей по работе в условиях неполноты информации и использовании эвристических методов решения проблем. К тому же только человек обладает способностью учитывать разнокачественный, в том числе и социальный, опыт для достижения своих целей.

Человечеством создано огромное разнообразие человеко-машинных систем, в которых трудно ориентироваться. Чтобы упростить этот процесс, в технологических и целевых нюансах технических систем создаются различные классификационные системы и схемы.

В зависимости от технического назначения человеко-машинных систем различают:

- системы управления движущимися объектами с управлением как с объекта, так и извне;

- системы управления энергетическими установками;

- системы управления технологическими процессами циклического типа;

- системы наблюдения за обстановкой и обнаружения объектов;

- системы диспетчерского типа, управляющие транспортными средствами, распределением энергии и т.п.

Приведённая классификация при всей её условности и простоте выполняет задачу по уменьшению многообразия возникающих в практике реальных систем.

Более сложные классификации СЧМ:

*А. По степени участия в работе системы человека:* 1) автоматические (работающие без человека); 2) автоматизированные (с участием человека); 3) неавтоматизированные (человек работает без применения сложных технических средств).

*Б. По целевому назначению:* 1) управляющие (основная задача — управление машиной или комплексом); 2) обслуживающие (человек контролирует состояние машины, ищет неисправности, осуществляет настройку); 3) обучающие (тренажёры, технические средства обучения); 4) информационные (радиолокационные, телевизионные и т.п.); 5) исследовательские (моделирующие установки, макеты).

*В. По числу операторов и иерархии «человеческого звена»:* 1) моносистемы (один человек — например, пилот или оператор станков с ЧПУ); 2) полисистемы (несколько человек, команда), где выделяются: паритетные (когда все операторы работают «на равных») и иерархические (с чёткой соподчинённостью операторов).

*Г. По типу взаимодействия человека и машины:* 1) с непрерывным, постоянным (например, система «водитель — автомобиль»); 2) частичным, стохастическим (например: система «оператор — компьютер»; 3) эпизодическим взаимодействием.

*Д. По типу и структуре машинного компонента в СЧМ:* 1) инструментальные СЧМ (неотъемлемый компонент системы — инструменты и приборы, работа с которыми требует

от оператора высокой точности выполняемых операций, т.е. важна роль самого человека); 2) простейшие человеко-машинные системы (включают стационарные и нестационарные технические устройства); 3) сложные человеко-машинные системы (включают целую систему взаимосвязанных устройств, различных по своему функциональному назначению); 4) системотехнические комплексы (иногда система расширяется до «человек — человек — машина», как некая иерархия более простых систем).

*Е. По особенностям рабочего процесса:* 1) детерминированные и вероятностные; 2) статические и динамические; 3) дискретного и непрерывного действия системы.

Известны и другие классификации: по видам продуктов труда, точности и надёжности функционирования, роли и месту человека в системе.

### **Концепции деятельности человека в человеко-машинных системах**

Развитие инженерной психологии как научно-практической дисциплины связано с возникновением и сменой парадигм проектирования и, соответственно, взглядов на роль и положение человека в технической системе.

В начальном периоде эволюции технических систем большую роль играл *машинноцентрический подход*, в соответствии с которым человек рассматривался как звено технической системы, решающее ту или иную её задачу. Описание оператора осуществляется в терминах анализа технических средств. Определяются «входные» и «выходные» параметры

человека, составляется его передаточная функция. Задача исследователя — поиск некоторых констант, не зависящих от условий работы человека. Такой подход оказался малопродуктивным при анализе сложных систем, так как поведение человека осуществляется сложным, плохо формализуемым образом.

Возникла необходимость в развитии новых подходов, и появился сформулированный А. Н. Леонтьевым и Б. Ф. Ломовым *антропоцентрический подход*. Его суть в том, что машина — орудие труда, с помощью которого осуществляется деятельность человека. При этом главным становится проектирование деятельности «человека-оператора». Проект деятельности выступает основой решения задач проектирования системы. Несмотря на перспективность антропоцентрического подхода, его эффективность оказалась сомнительной. Дело в том, что одного психологического знания явно недостаточно, чтобы возглавить проектирование сложных технических систем на всех уровнях их создания и эксплуатации. Многие инженерно-психологические проекты имели явно декларативный характер, не подкреплённый технологически. Одновременно с антропотехническим подходом появился *системно-технический* подход, в котором роль человека и техники уравнивается. Между тем и он не получил развития, но уже по причине низкой психологической грамотности инженеров, что проявлялось в игнорировании ими психологического знания.

Мягкой формой антропоцентрированной методологии стал *человекоориентированный* подход к проектированию, который постулирует необходимость учитывать возможности человека в системе, но главным образом на

первых этапах её проектирования. Далее осуществляется эргономический контроль процесса разработки системы, оценка её эргономичности.

Этот подход широко распространён в инженерной среде эргономического направления. Однако он, позволяя проектировать хорошо известные системы и продукты, тем не менее, малоэффективен при создании новых образцов техники и систем «человек-машина».

Альтернативой ему служит подход, развиваемый автором статьи, который называется *умножением возможностей*<sup>3</sup>. Согласно ему задача эргономического проектирования — расширение возможностей психологической и психофизиологической систем оператора, наделение его новыми свойствами для решения профессиональной задачи. Подчёркнём, что речь идёт не только о проектировании технических систем, включающих человека и учитывающих его свойства, но и о проектировании человека, его внутреннего мира посредством специальных технических решений. «Новый человек» придаёт эргатической системе новые свойства, ведущие к успешному выполнению профессиональной деятельности.

В процессе тематической проработки технических решений человеко-машинной системы должны оцениваться вклады каждой новой подсистемы в увеличение возможностей тех или иных систем человека. Речь идёт об усилении его перцептивных возможностей, возможностей антиципации, памяти, внимания, принятия решения, мышления, включения

<sup>3</sup> *Сергеев С.Ф.* Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. М.: Народное образование, 2009. С. 340–347.

в социальные системы и системы коллективного принятия решений и т.д. Необходимо учитывать синергетические эффекты, возникающие вследствие появления новых технических и психологических элементов в проектируемой системе. Особое внимание уделяется новым способностям, которыми наделяется человек при внедрении той или иной системы. Например, в авиации сверхманевренность самолётов с изменяемым вектором тяги двигателя позволяет снять ограничения по пространственному манёвру, что даёт пилоту новую способность — свободно перемещаться в пространстве на низких скоростях. Введение систем обеспечения невидимости в радиолокационном диапазоне даёт лётчику уверенность и превосходство над противником при выполнении задач, требующих внезапного появления и ухода с поля боя. Машина усиливает возможности пилота.

При таком подходе важную роль приобретает выбор интерфейсных решений, обеспечивающих эффективное включение оператора в комплекс обеспечения целевой функции системы.

Методология *умножения возможностей* включает в круг рассматриваемых инженерной психологией не только вопросы тематической разработки новых изделий и систем с точки зрения обеспечения технико-технологических аспектов проектирования, но и вопросы формирования посредством техники эффективного внутреннего мира профессионала.

Развитие компьютерных технологий позволяет реализовать перспективные методологические схемы к решению психологических проблем проектирования новой техники. Так, например, Костин А.Н. предложил

принцип *взаимного резервирования оператора и автоматики*<sup>4</sup>, в соответствии с которым оператор резервирует автоматику (в случае возникновения отказов техники или непредвиденных ситуаций) посредством самостоятельного снижения степени автоматизации; автоматика резервирует оператора (при возникновении в его деятельности высокой субъективной сложности) путём принудительного повышения степени автоматизации процессов управления. При этом полуавтоматические режимы управления должны являться основными, а автоматические и ручные рассматриваются как резервные для страховки оператора и автоматики соответственно.

### Литература

1. Голиков Ю.Я. Методология психологических проблем проектирования техники. М.: ПЕРСЭ, 2003.
2. Голиков Ю.Я. Концепции адаптивной автоматизации и подходы к человеку и технике для современных человеко-машинных комплексов // Психология адаптации и социальная среда: современные подходы, проблемы, перспективы. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2007. С. 392–408.
3. Дмитриева М.А. Психология труда и инженерная психология [Текст] / М.А. Дмитриева, А.А. Крылов, А.И. Нафтульев. Л.: Изд-во ЛГУ, 1979.
4. *История советской психологии труда. Тексты (20–30-е годы XX века)* / Под ред.

<sup>4</sup> Костин А.Н. Изменение принципов распределения функций между человеком и автоматикой при возрастании сложности техники // Психологический журнал. 1992. Т. 13. № 5. С. 57–63.

В.П. Зинченко, В.М. Мунипова, О.Г. Носковой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.

5. *Климов Е.А.* История психологии труда в России [Текст] / Е.А. Климов, О.Г. Носкова: учебное пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992.

6. *Костин А.Н.* Изменение принципов распределения функций между человеком и автоматикой при возрастании сложности техники // Психологический журнал. 1992. Т. 13. № 5. С. 57–63.

7. *Сергеев С.Ф.* Обучающие и профессиональные иммерсивные среды. М.: Народное образование, 2009. С. 432.

8. *Шлаен П.Я.* Эргономика для инженеров: Эргономическое обеспечение проектирования человеко-машинных комплексов: проблемы, методология, технологии [Текст] / П.Я. Шлаен, В.М. Львов. Тверь: ТвГУ, 2004.

9. *Шлаен П.Я.* Дни моей жизни. 66 лет служения Армии и оборонному комплексу [Текст] / П.Я. Шлаен. М.: ФГУП «ВИМИ», 2007.

10. *Meister D.* The history of human factors and ergonomics. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.