

13. Moog R. Optimization of shift work. Physiological contributions // Ergonomics.— 1987.— 30, N 9.— P. 1249—1259.

Киев. науч.-исслед. ин-т
гигиены труда и профзаболеваний
М-ва здравоохранения УССР

Материал поступил
в редакцию 27.12.90

УДК 612.766.1. + 612.821.:612.311.22

А. В. Герасимов

Психофизиологические и личностные факторы аварийности на энергопредприятиях

Обследованы операторы энергоблоков тепловых электростанций, во время дежурства которых произошли аварии. Показано, что их психофизиологические и личностные характеристики отличаются от таковых у остальных операторов, в частности, у них снижены внимание, память, умственная и физическая работоспособность, техническое и оперативное мышление, скорость переработки информации. Им свойственны склонность к уходу от принятия ответственных решений, сниженная эмоциональная устойчивость, затруднение в выполнении совместной работы, тревожность, пассивность, а также нарушение сосудистого тонуса, снижение функциональных резервов кардио-респираторной системы. Предлагается при установлении виновников аварий и разработке противоаварийных мероприятий учитывать не только технологические и технические факторы, но и психофизиологические, а также личностные характеристики операторов.

Введение

За последнее время аварийность по вине операторского персонала энергопредприятий возросла в среднем на 30 %. В ряде производственных энергетических объединений каждая вторая авария вызвана неправильными действиями персонала. Проведенный нами анализ материалов работы комиссий по определению причин аварий на тепловых электростанциях (ТЭС) Минэнерго Украины показывает, что при традиционном подходе к анализу аварий истинные их причины нередко остаются невыясненными, а разработанные противоаварийные мероприятия — неэффективными. Это обусловлено тем, что обычно детальному анализу подвергаются оперативная ситуация накануне аварии, неправильные действия оператора, непосредственно приведшие к аварии или усугубившие ее развитие, а также сопутствующие обстоятельства. Собственно оператор, находившийся на рабочем месте в момент той или иной аварии, его психофизиологические и личностные характеристики, как правило, остаются без внимания. В литературе не выявлены работы, посвященные «личностному фактору» аварийности на энергетических предприятиях. Выяснению этого вопроса посвящено настоящее исследование.

Методика

Обследованы операторы энергоблоков ТЭС Минэнерго Украины (31 человек) в возрасте от 25 до 49 лет, неправильные действия которых, по заключению спецкомиссии, явились причиной различных аварий (экспериментальная группа). В контрольную группу вошли операторы в возрасте от 18 до 45 лет, прошедшие плановое психофизиологическое

© А. В. ГЕРАСИМОВ, 1991

обследование в период профессиональной подготовки в учебно-тренировочном центре (УТЦ) Минэнерго Украины (171 человек) и работающие машинистами энергоблоков. У этих испытуемых обследованы высшая нервная деятельность, в частности, такие ее характеристики, как объем, распределение и помехоустойчивость внимания (методика ИКН) [5], а также объем кратковременной зрительной памяти (КЗП), оперативное и техническое мышление (ОМ и ТМ соответственно), скорость переработки информации (СПИ) [4]. Показатель функциональной подвижности нервных процессов (ПФП) определяли, используя модифицированный нами прибор «Центр-2», по методике Макаренко, устанавливая предельно быстрый темп правильного дифференцирования положительных и тормозных раздражителей, в условиях выбора из трех цветоцветовых сигналов [3]; личные особенности операторов изучали стандартизированным методом исследования личности (СМИЛ) [7]. В настоящей работе анализируются такие шкалы СМИЛ, как Нs (сверхконтроль), D (пессимистичность), Ma (оптимизм), Si (интраверсия—экстраверсия) в стандартных единицах (ст. ед.). Характер вегетативного реагирования исследовали общеизвестными методиками, с регистрацией артериального давления, частоты пульса, пульсового давления, индексов Р/Т ЭКГ и Кердо. Полученные результаты обрабатывали на ЭВМ СМ-3 с использованием общепринятых методов вариационной статистики.

Результаты и их обсуждение

Из всей совокупности (220 человек) обследуемых операторов (табл. 1, I—IV) 31 оператор совершил различные аварии (экспериментальная группа), остальные — составили контрольную группу.

Исследуя их профессионально важные психофизиологические качества (ПВПК) и успешность освоения и реализации операторской деятельности, получены результаты, свидетельствующие о разной профессиональной пригодности операторов экспериментальной и контрольной групп.

Из таблицы видно (I—IV), что по индивидуально-психологическим и нейродинамическим особенностям операторы экспериментальной группы имеют статистически достоверные отличия от испытуемых операторов контрольной группы. В наибольшей мере они выражены по показателям, отражающим уровень развития таких базовых психологических функций, как внимание, память и мышление ($P > 0,999$), а также ПФП ($P > 0,95$). В меньшей мере, хотя и с высокой вероятностью, выражены различия скорости переработки зрительной информации ($P > 0,99$).

Сравнительный анализ личностных особенностей указывает на то, что виновникам аварий свойственны пессимизм, пассивность, сочетающиеся с тревогой за состояние своего здоровья, затруднениями в коллективном выполнении работы и социальных контактах, а также стремление избегать ситуаций, требующих принятия ответственных решений, эмоционального напряжения. Необходимо отметить, что виновники аварий не являются однородной группой. Среди них имеются индивиды, в разной мере пригодные для работы операторами энергопредприятий.

По результатам экспериментального исследования ПВПК, а также анализа успешности освоения и реализации операторской деятельности обследуемые операторы были условно разделены на четыре группы профессиональной пригодности — ГПП (см. табл. 1).

В I ГПП (абсолютно пригодные) вошли практически здоровые операторы с высоким и очень высоким уровнем развития ПВПК (континуум значений показателей ПВПК заключен между 90 и 100 перцентилями) [6]. Профиль личности этих операторов нормостеничен, его характеристики благоприятны для операторских профессий. Формирование операторской деятельности у людей I ГПП происходит раньше

Таблица 1. Среднегрупповые результаты психофизиологического обследования операторов экспериментальной (Э) и контрольной (К) групп ($M \pm m$)

Показатель	Группа профессиональной пригодности					
	I-IV			II		
	Э	К	Р	Э	К	Р
ИП ИКВ, усл. ед.	18,0	58,0	***	38,0	72,0	**
КЗП, усл. ед.	4,0	5,0		8,4	8,0	
СПИ, бит/с	2,8	3,3	**	2,9	3,5	**
ОМ, усл. ед.	0,1	0,06		0,15	0,08	
ТМ, усл. ед.	1,0	1,3	***	1,2	1,4	*
ПФП, мс	0,005	0,002		0,08	0,03	
Нс ММРІ, ст. ед.	126,0	191,0	**	180,0	219,0	—
Д ММРІ, ст. ед.	14,6	11,0		30,0	13,0	
Ма ММРІ, ст. ед.	148,0	228,0	***	193,0	250,0	*
Si ММРІ, ст. ед.	14,0	10,0		19,0	14,0	
Возраст, лет	546,0	496,0	*	489,0	485,0	—
Стаж общий, лет	16,0	6,0	*—	24,0	7,0	—
Стаж операторский, лет	58,0	54,0	*	53,0	52,0	—
Стаж операторский, лет	1,7	0,6		2,5	0,8	
Стаж операторский, лет	48,0	43,0	*	42,0	41,0	—
Стаж операторский, лет	1,7	0,7		2,8	1,0	
Стаж операторский, лет	52,0	52,0	—	50,0	52,0	—
Стаж операторский, лет	1,7	0,7		2,4	1,0	
Стаж операторский, лет	51,0	46,0	*	47,0	45,0	—
Стаж операторский, лет	1,5	0,8		2,5	1,0	
Стаж операторский, лет	35,7	29,5	*	30,5	28,0	—
Стаж операторский, лет	1,5	1,0		1,5	0,6	
Стаж операторский, лет	17,0	6,3	**	12,0	7,0	***
Стаж операторский, лет	1,7	1,0		1,0	0,6	
Стаж операторский, лет	8,5	2,5	**	3,7	1,7	*
Стаж операторский, лет	1,6	0,1		1,0	0,3	

Показатель	Группа профессиональной пригодности					
	III			IV		
	Э	К	Р	Э	К	Р
ИП ИКВ, усл. ед.	8,7	34,0	**	3,6	8,7	—
КЗП, усл. ед.	2,6	5,0		2,3	2,0	
СПИ, бит/с	3,0	3,2	—	2,1	2,6	*
ОМ, усл. ед.	0,2	0,1		0,2	0,1	
ТМ, усл. ед.	1,0	1,2	**	0,9	1,0	—
ПФП, мс	0,05	0,04		0,1	0,06	
Нс ММРІ, ст. ед.	112,0	139,0	—	60,0	36,0	—
Д ММРІ, ст. ед.	12,0	11,0		18,0	5,0	
Ма ММРІ, ст. ед.	142,0	212,0	**	80,0	92,0	—
Si ММРІ, ст. ед.	20,0	14,0		25,0	19,0	
Возраст, лет	575,0	503,0	**	583,0	568,0	—
Стаж общий, лет	21,0	9,0		40,0	13,0	
Стаж операторский, лет	59,0	57,0	—	65,0	60,0	—
Стаж операторский, лет	1,6	1,6		5,0	5,0	
Стаж операторский, лет	50,0	45,0	*	53,0	50,0	—
Стаж операторский, лет	2,0	1,0		3,6	2,0	
Стаж операторский, лет	49,0	53,0	—	62,0	53,0	*
Стаж операторский, лет	2,0	1,0		3,8	1,5	
Стаж операторский, лет	51,0	46,0	*	56,0	50,0	—
Стаж операторский, лет	2,0	1,0		3,9	2,0	
Стаж операторский, лет	36,0	30,0	*	45,0	30,0	**
Стаж операторский, лет	2,0	1,0		3,5	2,0	
Стаж операторский, лет	17,0	9,0	*	24,0	5,4	***
Стаж операторский, лет	3,0	1,0		3,6	1,5	
Стаж операторский, лет	10,0	3,4	*	12,5	3,8	*
Стаж операторский, лет	2,7	0,7		3,0	1,6	

Примечания: 1. Р — достоверность межгрупповых различий 0,95 (—); 0,95 (*) : 0,99 (**); 0,999 (***). 2. Аббревиатура показателей общепринята.

плановых сроков. Среднегрупповой балл успешности освоения тренажерной и специальной теоретической подготовки составляет 4,2 (по пятибалльной оценочной шкале). Реализация операторской деятельности характеризуется высокой надежностью и эффективностью. Среди виновников аварий зарегистрирован только один оператор I ГПП. Поэтому в таблицах I ГПП отдельно не анализируется, а результаты обследования оператора I ГПП включены в статистический комплекс операторов — участников аварий II ГПП.

Во II ГПП (группа профессионально пригодных операторов) вошли операторы со средним и средневысоким уровнем развития ПВПК (статистический континуум значений показателей ПВПК ограничивается 25 и 90 перцентилями), которые в стационарном режиме функционирования оборудования обеспечивают необходимую надежность управления им, но в переходных — могут допускать ошибки, обычно не приводящие к серьезным нарушениям технологического режима вследствие их своевременного обнаружения и исправления, программу профподготовки осваивают в плановые сроки, и среднегрупповой балл их успешности профподготовки составляет 3,9. Это — практически здоровые люди. Среди операторов экспериментальной группы в этой ГПП зарегистрировано 10 человек, по вине которых произошли аварии, и 94 человека составляли контрольную группу.

В III ГПП (группа условно пригодных операторов) вошли операторы со средним уровнем (от 10 до 25 перцентилей) развития ПВПК, сниженной экономичностью управления энергоблоком в стационарном режиме, а в переходных — резким возрастанием вероятности ошибки в управлении, сочетающимся со снижением вероятности ее своевременного обнаружения, с превышением плановых сроков освоения операторской деятельности, потребностью индивидуализации профподготовки, со среднегрупповым баллом успешности освоения профессии 3,5, обычно с чертами акцентуации [2] профиля личности, а в ряде случаев — выраженной акцентуации. Это были практически здоровые люди, но больше, чем люди II ГПП, подвержены травмам и заболеваниям с временной утратой трудоспособности, что, видимо, обусловлено неполным соответствием их ПВПК профессиональным требованиям. Среди операторов этой ГПП 14 человек — виновники аварий и 34 составляли контрольную группу.

В IV ГПП (группа профессионально непригодных) вошли операторы с низким (менее 10 перцентилей) уровнем развития ПВПК, прогностически неблагоприятными изменениями в профиле личности (выраженная акцентуация, предклинические изменения), с очень низким уровнем надежности операторской деятельности, иногда с невозможностью выполнить требования программы профподготовки, со средним баллом успешности освоения операторской деятельности

Таблица 2. Среднегрупповые результаты исследования сердечно-сосудистой системы операторов

Показатель	Группа профессиональной пригодности					
	I—IV					
	ДН		ПН		Р	
	Э	К	Э	К	ДН	ПН
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	141,0±2,0	136,0±1,0	146,0±4,0	135,0±1,0	*	*
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	89,0±2,0	87,0±1,0	90,0±2,0	87,0±1,0	—	—
Пульсовое давление, мм рт. ст.	52,0±2,0	49,0±1,0	56,0±3,0	48,0±1,0	—	*

Примечание. Обозначения см. в табл. 1 и в тексте.

ния трена-
ет 4,2 (по
деятельно-
ью. Среди
ГПП. По-
результаты
комплекс

торов) во-
гия ПВПК
граничива-
е функцио-
адежность
и, обычно
о режима
программу
овой балл
чески здо-
этой ГПП
и аварии,

ли опера-
ия ПВПК,
дионарном
и ошибки
новремен-
оператор-
одготовки,
5, обычно
случаев —
люди, но
иям с вре-
неполным
реди опе-
оставляли

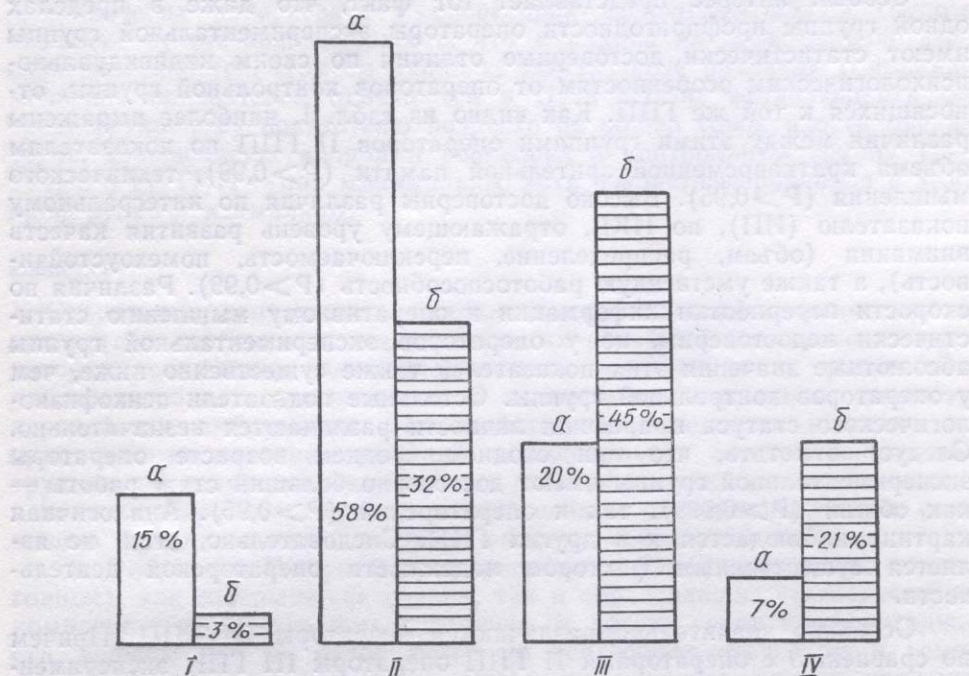
ли опера-
ия ПВПК,
личности
с очень
иногда с
одготовки,
тельности

стой системы опер
на профессиональной

	Р	
	ДН	ПН
1,0	*	*
1,0	—	—
1,0	—	*

2,9. Операторам этой ГПП свойственны также повышенные заболеваемость и травматизм. Среди них 6 человек — виновники аварии, 17 человек составили контрольную группу.

Однако в экспериментальной и контрольной группах всей совокупности операторов, взятых под наблюдение, как выяснилось, имеются существенные различия в представленности операторами каждой ГПП. Эти различия отражены столбиковой диаграммой (рисунок), из кото-



Относительное содержание (%) индивидов различных групп (I—IV) профессиональной пригодности в контрольной группе операторов (а) и в экспериментальной (б).

рой следует, что операторы I ГПП в экспериментальной группе (заштрихованные столбики) составляют 3 %, а в контрольной группе (незаштрихованные столбики) — 15 %, т. е. относительное число (%) операторов I ГПП в экспериментальной группе в 5 раз ниже, чем в контрольной. Операторы II ГПП в экспериментальной группе составляют 32 %. В контрольной группе они составляют 58 %. Таким образом, представленность операторов II ГПП в экспериментальной группе вдвое ниже, чем в контрольной. Операторы III ГПП в экспери-

аторов экспериментальной (Э) и контрольной (К) групп

пригодности											
III						IV					
ДН		ПН		Р		ДН		ПН		Р	
Э	К	Э	К	ДН	ПН	Э	К	Э	К	ДН	ПН
145,0± ±4,0	134,0± ±2,0	154,0± ±5,0	135,0± ±2,0	*	*	139,0± ±2,7	136,0± ±4,0	132,0± ±6,7	132,0± ±3,8	*	*
91,0± ±3,0	89,0± ±1,5	92,0± ±3,1	89,0± ±1,7	—	—	93,0± ±1,7	84,0± ±2,5	93,0± ±2,8	85,0± ±2,7	*	*
54,0± ±3,0	45,0± ±1,0	62,0± ±4,0	46,0± ±1,8	*	**	46,0± ±2,0	52,0± ±3,3	39,0± ±4,8	47,0± ±3,3	—	—

ментальной группе составляют 45 %, в контрольной — 20 %. Следовательно, среди виновников аварий операторов III ГПП в 2 с лишним раза больше, чем в контрольной. Операторы IV ГПП составляют 20 % меньше. Таким образом, 65 % операторов, совершивших аварии, относятся к III и IV группам профпригодности, а 35 % — к I и II. В контрольной группе соотношение обратное (27 и 73 % соответственно).

Особый интерес представляет тот факт, что даже в пределах одной группы профпригодности операторы экспериментальной группы имеют статистически достоверные отличия по своим индивидуально-психологическим особенностям от операторов контрольной группы, относящихся к той же ГПП. Как видно из табл. 1, наиболее выражены различия между этими группами операторов II ГПП по показателям объема кратковременной зрительной памяти ($P > 0,99$), технического мышления ($P > 0,95$). Высоко достоверны различия по интегральному показателю (ИП), по ИКВ, отражающему уровень развития качеств внимания (объем, распределение, переключаемость, помехоустойчивость), а также умственную работоспособность ($P > 0,99$). Различия по скорости переработки информации и оперативному мышлению статистически недостоверны, но у операторов экспериментальной группы абсолютные значения этих показателей также существенно ниже, чем у операторов контрольной группы. Остальные показатели психофизиологического статуса и профиля личности различаются незначительно. Следует отметить, что при сходном среднем возрасте операторы экспериментальной группы имеют достоверно больший стаж работы — как общий ($P > 0,999$), так и операторский ($P > 0,95$). Аналогичная картина наблюдается и в других ГПП. Следовательно, стаж не является существенным фактором надежности операторской деятельности.

Особенно значительно различаются операторы III ГПП. Причем по сравнению с операторами II ГПП операторы III ГПП экспериментальной группы отличаются не только сниженным уровнем развития таких профессионально важных качеств, как внимание, умственная работоспособность, скорость переработки зрительной информации, техническое мышление ($P > 0,99$), но и неблагоприятными изменениями структуры личности, снижением ФПП ($P > 0,99$). В профиле личности у операторов экспериментальной группы наиболее яркой особенностью является склонность к уходу от принятия ответственных решений. Кроме того, отмечается повышение профиля по шкалам D, Hs, свидетельствующее о неуверенности, выраженных затруднениях при выполнении коллективной работы, эмоциональной неустойчивости, пассивности.

По сравнению с рассмотренными ранее операторы IV ГПП различаются незначительно, что, видимо, следует расценивать как их начальную предрасположенность к совершению аварий. Следует еще раз отметить, что обычно они не осваивают программу профподготовки в УТЦ на полномасштабном комплексном тренажере (вполне удовлетворительно усваивая теоретические материалы). Кроме того, операторам IV ГПП, совершившим аварии, свойственны повышенные значения по такой шкале ММРІ, как Ма, что свидетельствует о неадекватной самооценке, самоуверенности.

Операторы экспериментальной группы имеют статистически достоверные отличия от операторов контрольной группы и по гемодинамическим показателям. Как следует из результатов, представленных в табл. 2, у них отмечаются более высокие значения систологического артериального давления (САД) до и после психомоторной нагрузки (ДН и ПН соответственно). Показатели диастолического артериального давления (ДАД) также превышают соответствующие значения у операторов контрольной группы, однако эти различия оказались статистически недостоверными. Кроме того, операторам экспериментальной группы свойственно снижение функциональных резервов кардио-респираторной системы, о чем свидетельствует статистически

— 20 %. Следова-
т в 2 с лишним
составляют 20 %
7 %, т. е. втрое
их аварии, отно-
к I и II. В конт-
етственно).

же в пределах
тальной группы
индивидуально-
ной группы, от-
более выражены
по показателям
, технического
интегральному
звития качеств
помехоустойчи-
). Различия по
шлению стати-
альной группы
нно ниже, чем
и психофизио-
незначительно.
сте операторы
таж работы —
Аналогичная
таж не яв-
ской деятель-

ГПП. Причем
I эксперимен-
нем развития
е, умственная
рмации, тех-
изменениями
иле личности
особенностью
ешений. Кро-
с, свидетель-
выполнении
пассивности.
V ГПП раз-
звать как их
Следует еще
фподготовки
олне удовле-
того, опера-
повышенные
ет о неадек-

чески досто-
емодинами-
ставленных
логического
й нагрузки
артериаль-
е значения
оказались
ксперимен-
ервов кар-
тистически

Т. 37. № 5

достоверное увеличение значения среднегруппового показателя пуль-
сового давления (ПД) после психомоторной нагрузки. Вместе с тем,
нельзя не отметить, что средний возраст операторов экспериментальной
группы достоверно выше, чем контрольной. Возможно, что это один
из факторов, детерминирующих более низкие функциональные воз-
можности сердечно-сосудистой системы операторов экспериментальной
группы. Однако необходимо особо подчеркнуть, что изучение гемо-
динамических показателей у операторов экспериментальной группы
выявляет ту же закономерность, что и анализ их психофизиологиче-
ских особенностей. Причем наиболее выраженные различия гемодина-
мических показателей отмечаются в III ГПП, не отличающейся по
среднегрупповому показателю возраста от общей совокупности опера-
торов, совершивших аварии и вошедших в контрольную группу (I—
IV), а в IV ГПП — они минимальны, хотя возрастные различия в этой
профгруппе максимальны.

Выводы

1. Операторы, допустившие аварии, имеют психофизиологические и
личностные особенности, выделяющие их из общей совокупности опе-
раторов: сниженные внимание, память, умственная и физическая
работоспособность, техническое и оперативное мышление, скорость
переработки информации. Им свойственны склонность к уходу от
принятия ответственных решений, эмоциональная неустойчивость, за-
труднение в совместном выполнении работы, тревожность, пассивность,
а также предрасположенность к нарушениям сосудистого тонуса, сни-
жению функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

2. Операторы IV группы профпригодности (профессионально непри-
годные), как совершившие аварии, так и образовавшие статистический
комплекс этой профгруппы, в отличие от других групп профпригодно-
сти, существенно не различаются по психофизиологическим и гемо-
динамическим показателям, а также по характеристикам профиля
личности, что, видимо, следует расценивать как начальную предраспо-
ложенность этих индивидов к совершению аварий. Их профподготовка,
а также использование на операторских должностях нецелесообо-
разны. Дисквалификация индивидов IV профгруппы позволит снизить
аварийность по вине операторов не менее, чем на 20 %.

3. При расследовании причин аварий и разработке противоаварий-
ных мероприятий необходимо учитывать не только технологические
и технические факторы развития аварии, но и психофизиологические,
личностные особенности операторов.

A. V. Gerasimov

PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND PERSONALITY FACTORS OF ACCIDENT RATE AT ENERGY ENTERPRISES

Psychophysiological and personality factors of accident rate are revealed. It is substantia-
ted as inexpedient to professionally train and to employ in operator positions the persons
with predisposition to create accident as well as necessary to allow for individual-psycho-
physiological peculiarities of operators while investigating the causes of accidents.

Production Amalgamation of Robotics
and Search-and-Rescue Works «Spetsatom», Chernobyl

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов А. В. Использование психофизиологического контроля для решения за-
дач оптимизации профессиональной подготовки операторов // Социальные психологи-
ческие проблемы активизации человеческого фактора в народном хозяйстве: Тез.
докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. — Ч. 2. — С. 9—10.
2. Герасимов А. В. Прогнозирование успешности профессионального обучения опера-
торов в учебно-тренировочных центрах по психофизиологическим и личностным кри-
териям // Физиол. журн. — 1990. — 36, № 3. — С. 8—13.

3. Майдигов Ю. Л., Макаренко Н. В., Герасимов А. В. Психофизиологические методы и критерии оценки успешности профессиональной деятельности оперативного персонала ГРЭС / Метод. рекомендации.— М., 1985.— 54 с.
4. Методические рекомендации по профессиональному отбору и определению профпригодности работников ведущих профессий тепловых электростанций и предприятий электрических сетей / Конов И. Г., Бузунов В. А., Коломийченко Е. А.— М.: СПО «Союзтехэнерго», 1983 — 44 с.
5. Психофизиологическое обеспечение профессиональной подготовки и повышения квалификации операторов энергопредприятий: Метод. рекомендации / Герасимов А. В., Бузунов В. А., Петленко Ю. А.— Киев, 1987.— 40 с.
6. Сепетлиев Д. А. Статистические методы в научных медицинских исследованиях.— М.: Медицина, 1986.— 419 с.
7. Собчик Л. Н. Стандартизированный многофакторный метод исследования личности / Метод. руководство.— М., 1990.— 74 с.

Производ. объединение робототехники
и авар.-восстанов. работ «Спецатом»
М-ва атом. энергетики и промышленности
СССР, Чернобыль

Материал поступил
в редакцию 17.05.90