

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

---

267

Кафедра охраны труда

Е. Н. РАДЧЕНКО

**ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ  
И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ  
ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА**

Методические указания к учебно-исследовательской  
лабораторной работе № 23

по дисциплине

**«ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ И ПСИХОЛОГИИ ТРУДА»**

Москва — 1987

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР  
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

---

Кафедра охраны труда

Е. Н. РАДЧЕНКО

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом института

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ  
И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ  
ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА

Методические указания к учебно-исследовательской  
лабораторной работе № 23

по дисциплине

«ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ И ПСИХОЛОГИИ ТРУДА»

Москва — 1987

**Цель работы** — ознакомить студентов с характеристиками надежности и функционального состояния человека-оператора и методами их оценки.

## ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В условиях ускорения научно-технического прогресса, возрастания масштабов внедрения новой техники, повышения технического уровня производства деятельность человека в автоматизированных системах управления становится все более сложной и напряженной. Практика показывает, что усложнение функций человека-оператора приводит к снижению его надежности. Поэтому увеличение надежности только технической части системы «человек — техника» теряет смысл, так как надежность всей системы лимитируется надежностью человека. Вот почему проблему надежности человека-оператора называют в инженерной психологии «проблемой номер один».

Эта проблема приобрела особую остроту, когда были получены убедительные данные о том, что обучение человека, овладение им необходимыми знаниями и навыками еще не обеспечивает его надежность. Оказалось, что человек, прошедший курс соответствующего обучения, в некоторых реальных ситуациях теряет способность применять свои знания и навыки в практической работе, допускает ошибки, которые не могут быть объяснены пробелами в образовании. Стало ясно, что надежность человека определяется его индивидуальными психофизиологическими качествами, функциональным состоянием и другими факторами.

Термин «надежность» психологи заимствовали из технических дисциплин. В инженерной психологии человек рассматривается как «элемент» или «звено» системы «человек — техника». При таком подходе возможно использование методов, критериев, математического аппарата, разработанных в теории надежности технических устройств, применительно к анализу деятельности человека-оператора. Однако при этом необходимо учитывать специфические, «человеческие» свойства операторского звена.

**Надежность человека-оператора** определяют как его способность к сохранению заданной эффективности работы при усложнении окружающей обстановки.

Из этого определения следует, что эффективность и надежность — связанные между собой понятия. Действительно, эффективностью является результативность или продуктивность деятельности человека, тогда как надежность — одно из условий, определяющих эффективность. Успешность (эффективность) деятельности в заданных условиях, в течение определенного времени зависит главным образом от подготовленности и опыта человека, а в более сложных условиях — еще и от его так называемых специальных способностей. При возникновении непредвиденных или необычных, экстремальных ситуаций или когда требуется продолжать работу сверх ее обычной продолжительности повышаются требования к надежности человека, и это качество дает о себе знать. Таким образом, в определении надежности делается акцент на тот «запас прочности», которым обладает или должен обладать оператор, работая в данных условиях, и который гарантирует его от отказов в случае усложнения ситуации.

Исследования показали, что не все люди обладают подобным «запасом прочности». Для его выявления испытуемого необходимо поместить в экстремальные условия, в которых наблюдаются значительные индивидуальные различия по надежности. В оптимальных же условиях таких различий нет, хотя они имеются по эффективности работы.

Экстремальность для многих показателей надежности может быть создана путем выхода за пределы диапазона оптимальных условий не только в сторону их максимализации, но и в противоположную сторону. Так, например, экстремальная ситуация имеет место и при воздействии на человека сверхсильного шума (при испытании реактивных двигателей на стенде), и в условиях дефицита информации (при моделировании условий космического полета). Оптимальные условия в виде звуков повседневной жизни располагаются где-то посередине.

Основное понятие, используемое в теории надежности, — понятие отказа, т. е. утраты работоспособности, наступающей либо внезапно, либо постепенно. Применительно к человеку различают устойчивые и временные отказы. Устойчивыми называют такие отказы, причина которых может быть устранена предоставлением человеку времени или условий для восстановления работоспособности. Причинами их являются

болезнь, сон, утомление и т. д. Временные — это такие отказы, причина которых самоустранима. Примером их являются ошибки в работе оператора.

Ошибки являются основным видом отказов человека-оператора. Все ошибки оператора подразделяют на закономерные и случайные. Закономерные ошибки возникают у операторов, профессионально не пригодных или не подготовленных к определенному виду деятельности. При правильной организации труда операторов таких ошибок быть не должно.

Случайные ошибки характеризуются тем, что в каждом отдельном случае невозможно точно указать, будет ошибка или нет; можно лишь определить вероятность возникновения этих ошибок. Вероятностный характер возникновения ошибок не означает их беспричинности. Причину их не всегда удастся установить в силу воздействия многочисленных факторов внешней и внутренней среды на деятельность человека.

Все случайные ошибки подразделяются на прогнозируемые и непрогнозируемые. Это деление обусловлено тем, что даже в самых идеальных условиях работы операторы допускают 1—2% ошибочных действий. Причины этих ошибок невыявлены; по-видимому, они обусловлены колебаниями функционального состояния человека. Такие ошибки называются непрогнозируемыми. При изменении условий работы (информационная перегрузка, дефицит времени, повышенный уровень шумов, помех, температуры и т. д.) число ошибок возрастает. Эти ошибки также являются случайными в том смысле, что при каждом испытании невозможно предвидеть его исход. Тем не менее, можно определить общее число ошибок, вызванных изменением условий работы. Поэтому такие ошибки относят к числу прогнозируемых.

Как прогнозируемые, так и непрогнозируемые ошибки по степени влияния на конечный результат системы «человек — техника» могут быть трех типов. Ошибки первого типа своевременно исправляет сам оператор, и они никакого влияния на результат не оказывают. Такие ошибки называются сбоями. Ошибки второго типа оператор также исправляет, но несвоевременно. Такие ошибки называются задержками. Сбои и задержки принадлежат к числу устранимых ошибок. Ошибки третьего типа оператор вообще не устраняет; их называют неустраняемыми или существенными. Эти ошибки могут быть двух родов: невыполнение (пропуск) нужного действия и неправильные действия. По аналогии с теорией статистических

решений эти ошибки называются соответственно ошибками первого и второго рода.

В практике возникают ситуации, когда оператор правильно решил задачу, но несвоевременно. Такую ситуацию называют несвоевременным обслуживанием и также считают ошибкой. Подобного рода ошибки вместе с задержками называются оперативными отказами.

При оценке надежности технических устройств, оператора и всей системы «человек — техника» используются количественные характеристики, называемые **критериями надежности**. Поскольку появление отказов как в отдельных звеньях системы, так и в системе в целом носит случайный характер, критерии надежности являются статистическими величинами, определяемыми на основе законов теории вероятностей и математической статистики.

Критериями надежности оператора являются безошибочность, готовность, восстанавливаемость и своевременность.

Основным показателем **безошибочности** является вероятность безошибочной работы, которую можно вычислить как на уровне отдельной операции, так и по отношению к алгоритму работы оператора в целом. По статистическим данным, применительно к фазе устойчивой работоспособности оператора, вероятность безошибочного выполнения операций  $j$ -го вида

$$P_j = \frac{N_j - m_j}{N_j}, \quad (1)$$

где  $N_j$  — общее число выполненных операций  $j$ -го вида;  
 $m_j$  — число допущенных при этом ошибок.

В качестве показателя безошибочности используется также интенсивность (средняя частота) ошибок. По статистическим данным, также применительно к фазе устойчивой работоспособности, этот показатель может быть определен из выражения

$$\lambda_j = \frac{m_j}{N_j T_j}, \quad (2)$$

где  $\lambda_j$  — интенсивность ошибок, допущенных при выполнении операций  $j$ -го вида;

$T_j$  — среднее время выполнения операции  $j$ -го вида.

Зная интенсивность ошибок  $\lambda_j$  при выполнении различных операций и алгоритм работы человека-оператора, мож-

но определить вероятность безошибочного выполнения этого алгоритма

$$P_{\text{оп}} = \prod_{j=1}^r P_j^{k_j} \cong e^{-\sum_{j=1}^r \lambda_j T_j^{k_j}} = e^{-\sum_{j=1}^r (1-P_j)^{k_j}}, \quad (3)$$

где  $k_j$  — число выполненных операций  $j$ -го вида;

$r$  — число различных видов операций ( $j = 1, 2, \dots, r$ ).

Важным показателем надежности является коэффициент готовности, представляющий собой вероятность включения человека-оператора в работу в любой произвольный момент времени. Этот коэффициент определяется из выражения

$$K_{\text{оп}} = 1 - \frac{T_0}{T}, \quad (4)$$

где  $T_0$  — время, в течение которого человек-оператор по тем или иным причинам не может принять поступившую к нему информацию;

$T$  — общее время работы оператора.

**Восстанавливаемость** как критерий надежности обусловлена возможностью самоконтроля оператором своих действий. Этот самоконтроль может проводиться как на уровне отдельной операции, так и на уровне выполняемой задачи (алгоритма в целом). Оператор в процессе своей деятельности может использовать различные методы самоконтроля — повторение действия, контрольный осмотр, дополнительная проверка и т. п. Используются и инструментальные методы контроля — с помощью технических средств.

Показателем восстанавливаемости является вероятность исправления оператором допущенной ошибки

$$P_{\text{исп}} = P_{\text{к}} P_{\text{обн}} P_{\text{и}}, \quad (5)$$

где  $P_{\text{к}}$  — вероятность выдачи сигнала схемой контроля;

$P_{\text{обн}}$  — вероятность обнаружения оператором сигнала контроля;

$P_{\text{и}}$  — вероятность исправления ошибочных действий при повторном выполнении алгоритма.

Показателем своевременности является вероятность решения задачи в течение времени  $\tau \leq t_d$ , где  $t_d$  — лимит времени, превышение которого рассматривается как ошибка (несвоевременное обслуживание). Если известна функция рас-

предела времени решения задачи человеком-оператором  $f(\tau)$ , то вероятность своевременного ее решения

$$P_{\text{св}} = P\{\tau \leq t_{\text{л}}\} = \int_0^{t_{\text{л}}} f(\tau) d\tau. \quad (6)$$

По статистическим данным эту вероятность можно определить из выражения

$$P_{\text{св}} = \frac{N - m_{\text{нс}}}{N}, \quad (7)$$

где  $N$  — общее число задач;

$m_{\text{нс}}$  — число несвоевременно решенных задач.

Показатели надежности человека-оператора вместе с показателями надежности технических устройств, получаемыми в результате их испытаний, используют при расчете надежности всей системы «человек — техника». В общем виде эта надежность определяется как произведение надежностей входящих в систему компонентов

$$R_{\text{шт}} = R_{\text{ч}} R_{\text{т}}, \quad (8)$$

где  $R_{\text{шт}}$  — показатель надежности всей системы;

$R_{\text{ч}}$  и  $R_{\text{т}}$  — показатели надежности операторского и технического звеньев.

В зависимости от вида деятельности, типа системы «человек — техника», параметров внешней среды человеку-оператору приходится работать в самых разнообразных условиях. В зависимости от них рассматривают следующие характеристики (факторы) надежности оператора:

долговременная выносливость — сохранение человеком работоспособности на заданном уровне в течение определенного времени; с нарастанием утомления надежность снижается;

устойчивость к воздействию факторов среды (температура, влажность, давление, шум, ускорение);

работоспособность в экстремальных условиях, т. е. способность принимать правильные решения при дефиците времени, в аварийных ситуациях и т. п.;

помехоустойчивость — работоспособность оператора в условиях шумов, посторонней речи, движения посторонних предметов в поле зрения; помехоустойчивость повышается за счет приобретения опыта работы, тренировок, улучшения условий труда;



спонтанная отвлекаемость — отвлечение внимания в результате внутренних спонтанных колебаний внимания, в первую очередь при длительном пассивном наблюдении;

переключаемость — время «вхождения» в новую деятельность (при этом стереотипные решения предшествующих задач могут переноситься на вновь решаемые).

На надежность, так же как и на эффективность, деятельность человека-оператора влияют требования, которые данная работа предъявляет к исполнителю, или установка на выполнение задания. Так например, установка может быть дана на скорость выполнения работы, но может и на безошибочность работы. Опыт показывает, что человеку трудно одновременно оптимизироваться сразу по двум параметрам. Поэтому значения надежности при разных установках могут отличаться друг от друга. В инженерной психологии получены эмпирические выражения для пересчета характеристик надежности, полученных при различных установках на выполнение работы. Обозначим через  $P_{jc}$  и  $P_{jб}$  вероятность безошибочного выполнения  $j$ -го действия при установке на скорость и безошибочность работы соответственно. Тогда взаимный пересчет характеристик надежности проводится по приближенным формулам:

$$P_{jc} = 1 - \sqrt{0,5 (1 - P_{jб})}; \quad (9)$$

$$P_{jб} = 1 - 2 (1 - P_{jc})^2. \quad (10)$$

В связи с возможностью возникновения экстремальных условий, а также с высокой ответственностью, которой характеризуется работа человека-оператора (например, диспетчера транспортной системы), весьма важным является контроль его функционального состояния, поскольку определенные изменения этого состояния могут привести к непоправимым последствиям. В настоящее время для контроля состояния оператора используют разнообразные психофизиологические методики. Например, по изменениям на электроэнцефалограмме или электрокожной активности можно зафиксировать моменты засыпания, которые иногда возникают при монотонной работе. По некоторым параметрам сердечного ритма, а также речи, выявляются состояния повышенной нервно-эмоциональной напряженности, которые могут привести к сбою в работе оператора, возникновению ошибок. Своевременная оценка изменений функционального состояния позволяет ввести предупредительные меры (подача про-

буждающего сигнала, использование фармакологических средств, замена оператора другим исполнителем), повышающие надежность системы «человек — техника».

В последнее время разрабатываются также методы самооценки функционального состояния, которые считают весьма перспективными. Один из них используется в настоящей лабораторной работе.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДИКИ

### 1. Использование корректурного теста для оценки надежности человека-оператора

Корректурный тест (таблица Анфимова), который знаком студентам по лабораторной работе № 21, может быть использован не только для исследования внимания и работоспособности человека-оператора, но и для оценки его надежности.

В данной работе исследуются:

влияние установки на выполнение работы на надежность оператора (задание 1);

влияние помех на надежность оператора (задание 2).

В том и другом случаях испытуемые (студенты) работают с таблицей указанным экспериментатором (преподавателем) способом: одну букву они зачеркивают, другую — подчеркивают. Данные обрабатываются следующим образом. Для каждой минуты, а также для всего периода эксперимента подсчитывают  $n$  — число знаков, которые необходимо обработать соответствующим образом;  $m$  — полное число ошибок (зачеркивание заданной буквы вместо подчеркивания и наоборот; зачеркивание или подчеркивание других букв; пропуски). В соответствии с классификацией ошибок, данной в п. 1, в работе рассматриваются прогнозируемые неустраняемые ошибки обоих родов.

Аналогично выражению (1), вероятность безошибочной работы

$$P = \frac{n - m}{n} \quad (11)$$

Этот показатель рассчитывают как для каждой минуты, так и для всего периода эксперимента. По минутным значениям этого показателя можно оценить вработываемость ис-

пытуемого, а также его надежность в фазе устойчивой работоспособности.

Определив вероятность безошибочной работы при установке на скорость выполнения задания  $P_c$ , можно оценить вероятность безошибочной работы при установке на безошибочность выполнения задания  $P_6$  с помощью формулы, аналогичной выражению (10)

$$P_6 = 1 - 2(1 - P_c)^2. \quad (12)$$

Обратная задача решается с использованием формулы

$$P_c = 1 - \sqrt{0,5(1 - P_6)}. \quad (13)$$

Помехоустойчивость оператора (испытуемого) оценивается отношением вероятности безошибочной работы при воздействии помех  $P_n$  к вероятности безошибочной работы в фоновом периоде эксперимента (без помех)  $P_\phi$

$$I = \frac{P_n}{P_\phi}. \quad (14)$$

Чем ближе к единице приближается значение  $I$ , тем выше помехоустойчивость оператора.

Помехи создаются включением магнитофонной записи с неправильными командами экспериментатора относительно зачеркивания и подчеркивания тех или иных букв.

Рекомендуется следующая процедура эксперимента. Первые 3 мин даются для выхода испытуемых на устойчивую фазу работоспособности, следующие 7 мин задание выполняется с одной установкой на работу. Затем необходимо дать 3 мин для отдыха испытуемых. В последующие 7 мин задание выполняется с другой установкой на работу.

Аналогичная процедура используется и для исследования помехоустойчивости. Первый 7-минутный период является фоновым, второй включает в себя помехи.

При переходе от одного периода эксперимента к другому, а также от одного задания к другому необходимо менять буквы для обработки в целях избежания влияния тренировки на результат эксперимента.

## 2. Методика самооценки функционального состояния

Тест «САН», названный авторами [8] по первым буквам слов «самочувствие», «активность», «настроение», является

**методикой многофакторного шкалирования**, в основе которой лежит метод семантического дифференциала Ч. Осгуда. При разработке этого теста предполагалось, что характеристика функционального состояния возможна с помощью трех категорий признаков: самочувствия, активности и настроения. Испытуемый должен соотнести свое состояние с рядом признаков, характеризующих каждую из перечисленных категорий. Степень выраженности признака оценивается по 7-балльной шкале.

Тест «САН» представляет собой карту (см. приложение), на которую нанесены 30 пар слов полярного значения. Каждую из трех категорий характеризует 10 пар слов. К категории «самочувствие» относятся характеристики силы, здоровья, степени утомления (пары 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26). К категории «активность» — характеристики подвижности и скорости протекания различных функций (пары 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28). В категорию «настроение» включены характеристики эмоционального состояния (пары 5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30). Десятикратное предъявление полярных признаков, относящихся к одной и той же категории, повышает надежность полученных данных. Расположение положительных (отрицательных) признаков как с левой, так и с правой стороны карты уменьшает возможность преднамеренного искажения результатов.

При обработке данных осуществляется перекодировка по следующему правилу: самой «плохой» оценке присваивается балл 1, «нулевой» — балл 4, самой «хорошей» — балл 7. По каждой категории определяется среднеарифметическое значение признака и его стандартное отклонение. При этом первый показатель является непосредственной характеристикой функционального состояния (степени утомления), а второй используется при определении степени достоверности полученных результатов.

### **3. Оценка влияния функционального состояния оператора на его надежность**

Назначая испытуемым тест «САН» до начала эксперимента и по его окончании, можно установить степень влияния изменений оценок самочувствия, активности и настроения, вызванных выполняемой работой, на надежность ее осуществления. Эта задача решается с использованием корреляционного анализа групповых данных. При этом проверяется ги-

позеза о том, что чем в большей мере ухудшаются оценки функционального состояния, тем ниже должны быть показатели надежности.

Обозначим оценки самочувствия, активности и настроения в начале и конце эксперимента соответственно через  $C_n$  и  $C_k$ ,  $A_n$  и  $A_k$ ,  $H_n$  и  $H_k$ . Для 1-го задания вычисляются коэффициенты корреляции между разностями  $C_n - C_k$ ,  $A_n - A_k$ ,  $H_n - H_k$  и показателями  $P_c$  и  $P_6$ . Для 2-го задания — между теми же разностями и показателями  $P_\phi$ ,  $P_n$  и  $I$ . Таким образом, для 1-го задания вычисляются 6 коэффициентов корреляции (табл. 1), а для 2-го — 9 (табл. 2).

В соответствии с высказанной гипотезой коэффициенты корреляции должны быть отрицательными. При этом чем ближе их величины к  $-1$ , тем в большей мере изменения

Таблица 1

Результаты корреляционного анализа

№ п/п.	Показатели		Величина коэффициен- та корреля- ции $r$	Значимость отличия $r$ от нуля
	теста «САН»	надежности		
1	$C_n - C_k$		$P_c$	
2	$C_n - C_k$		$P_6$	
3	$A_n - A_k$		$P_c$	
4	$A_n - A_k$		$P_6$	
5	$H_n - H_k$		$P_c$	
6	$H_n - H_k$		$P_6$	

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа

№ п/п	Показатели		Величина коэффициен- та корреля- ции $r$	Значимость отличия $r$ от нуля
	теста «САН»	надежности		
1	$C_n - C_k$		$P_\phi$	
2	$C_n - C_k$		$P_n$	
3	$C_n - C_k$		$I$	
4	$A_n - A_k$		$P_\phi$	
5	$A_n - A_k$		$P_n$	
6	$A_n - A_k$		$I$	
7	$H_n - H_k$		$P_\phi$	
8	$H_n - H_k$		$P_n$	
9	$H_n - H_k$		$I$	

функционального состояния влияют на надежность работы оператора. В противном случае, изменения функционального состояния, оцениваемые тестом «САН», не оказывают влияния на надежность выполнения корректурного теста.

Вычисления выполняются с помощью программы, реализованной на лабораторной настольной клавишной программируемой ЭВМ.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

### Задание 1

#### Исследование влияния установки на выполнение работы на надежность оператора

1. Заполнить карту теста «САН».
2. Выполнить корректурный тест с установкой на скорость работы.
3. После 3-минутного перерыва выполнить корректурный тест с установкой на безошибочность работы.
4. Повторно заполнить карту теста «САН».
5. Для каждой минуты эксперимента, а также для обоих 7-минутных экспериментальных периодов вычислить значения показателей  $n$ ,  $m$ ,  $P_c$ ,  $P_6$ . При определении  $P_c$  и  $P_6$  воспользоваться формулой (11).
6. Сделать выводы о влиянии установки на величины показателей  $P_c$  и  $P_6$ , вычисленных по данным  $n$  и  $m$  за полные 7-минутные продолжительности экспериментальных периодов.
7. Построить графики изменения  $P_c$  и  $P_6$  в ходе эксперимента. Для этого воспользоваться соответствующими минутными значениями показателей. На основе значений  $P_c$  в первые 3 мин эксперимента сделать вывод о вработываемости. На основе последующих минутных значений  $P_c$  и  $P_6$  сделать вывод о наличии устойчивой фазы работоспособности.
8. Проверить справедливость формул (12) и (13).
9. Используя групповые данные  $P_c$  и  $P_6$ , рассчитанных для полных периодов эксперимента и оценок по тесту «САН», вычислить коэффициенты корреляции в соответствии с указаниями, данными в п. 3. Полученные результаты внести в табл. 1. Сделать выводы о влиянии изменения функционального состояния на надежность работы оператора.

## Задание 2

### Исследование влияния помех на надежность оператора

1. Заполнить карту теста «САН».
2. Выполнить корректурный тест в фоновых условиях (без помех).
3. После 3-минутного перерыва выполнить корректурный тест в условиях воздействия помех.
4. Повторно заполнить карту теста «САН».
5. Для каждой минуты эксперимента, а также для обоих 7-минутных экспериментальных периодов вычислить значения показателей  $n$ ,  $m$ ,  $P_{\phi}$ ,  $P_{\pi}$ . При определении  $P_{\phi}$  и  $P_{\pi}$  воспользоваться формулой (11).
6. Используя формулу (14), вычислить значение показателя  $I$ . Сделать вывод о помехоустойчивости оператора.
7. Построить графики изменения  $P_{\phi}$  и  $P_{\pi}$  в ходе эксперимента. Для этого воспользоваться соответствующими минутными значениями показателей. На основе значений  $P_{\phi}$  в первые 3 мин эксперимента сделать вывод о вработываемости. На основе последующих минутных значений  $P_{\phi}$  и  $P_{\pi}$  сделать вывод о наличии устойчивой фазы работоспособности.
8. Используя групповые данные  $P_{\phi}$  и  $P_{\pi}$ , рассчитанных для полных периодов эксперимента и оценок по тесту «САН», вычислить коэффициенты корреляции в соответствии с указаниями, данными в п. 3. Полученные результаты внести в табл. 2. Сделать выводы о влиянии изменения функционального состояния на надежность работы оператора.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему проблему надежности человека-оператора называют «проблемой номер один»?
2. Что понимают под надежностью человека-оператора?
3. Чем различаются между собой понятия надежности и эффективности деятельности?
4. Приведите примеры экстремальных условий деятельности человека-оператора.
5. Что понимают под отказами в деятельности оператора? Какие существуют виды отказов?
6. Дайте классификацию ошибок оператора.
7. Чем отличаются прогнозируемые ошибки от непрогнозируемых?
8. Чем отличаются устранимые ошибки от неустраняемых?
9. Что такое оперативный отказ?

10. Какие критерии надежности человека-оператора Вы знаете?
11. Как определяется показатель безошибочности выполнения операции?
12. Что такое коэффициент готовности?
13. Дайте определение восстанавливаемости как критерия надежности.
14. Что такое своевременность решения задачи? Как она оценивается?
15. Как определить надежность всего комплекса «человек — техника»?
16. Назовите факторы надежности оператора, связанные с условиями его деятельности.
17. Каким образом установка на выполнение задания влияет на надежность деятельности оператора?
18. Расскажите о значении контроля за функциональным состоянием оператора для обеспечения надежности системы «человек — техника».
19. Как можно оценить помехоустойчивость оператора?



ПРИЛОЖЕНИЕ

Фамилия, И. О. \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_ Время \_\_\_\_\_

Самочувствие хорошее	3	2	1	0	1	2	3	Самочувствие плохое
Чувствую себя сильным	3	2	1	0	1	2	3	Чувствую себя слабым
Пассивный	3	2	1	0	1	2	3	Активный
Малоподвижный	3	2	1	0	1	2	3	Подвижный
Веселый	3	2	1	0	1	2	3	Грустный
Хорошее настроение	3	2	1	0	1	2	3	Плохое настроение
Работоспособный	3	2	1	0	1	2	3	Разбитый
Полный сил	3	2	1	0	1	2	3	Обессиленный
Медлительный	3	2	1	0	1	2	3	Быстрый
Бездеятельный	3	2	1	0	1	2	3	Деятельный
Счастливый	3	2	1	0	1	2	3	Несчастный
Жизнерадостный	3	2	1	0	1	2	3	Мрачный
Напряженный	3	2	1	0	1	2	3	Расслабленный
Здоровый	3	2	1	0	1	2	3	Больной
Безучастный	3	2	1	0	1	2	3	Увлеченный
Равнодушный	3	2	1	0	1	2	3	Взволнованный
Восторженный	3	2	1	0	1	2	3	Унылый
Радостный	3	2	1	0	1	2	3	Печальный
Отдохнувший	3	2	1	0	1	2	3	Усталый
Свежий	3	2	1	0	1	2	3	Изнуренный
Сонливый	3	2	1	0	1	2	3	Возбужденный
Желание отдохнуть	3	2	1	0	1	2	3	Желание работать
Спокойный	3	2	1	0	1	2	3	Озабоченный
Оптимистичный	3	2	1	0	1	2	3	Пессимистичный
Выносливый	3	2	1	0	1	2	3	Утомляемый
Бодрый	3	2	1	0	1	2	3	Вялый
Соображать трудно	3	2	1	0	1	2	3	Соображаю легко
Рассеянный	3	2	1	0	1	2	3	Внимательный
Полный надежд	3	2	1	0	1	2	3	Разочарованный
Довольный	3	2	1	0	1	2	3	Недовольный

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы инженерной психологии/Под ред. Б. Ф. Ломова. — М.: Высш. школа, 1977. — 335 с.
2. Инженерная психология/Под ред. Г. К. Середы. — Киев: Вища школа, 1976. — 308 с.
3. Шибанов Г. П. Количественная оценка деятельности человека в системах человек — техника. — М.: Машиностроение, 1983. — 263 с.
4. Небылицын В. Д. Надежность работы оператора в сложной системе управления и ее психофизиологические факторы. — В кн.: Психофизиологические исследования индивидуальных различий. — М.: Наука, 1976, с. 194—207.
5. Справочник по инженерной психологии/Под ред. Б. Ф. Ломова. — М.: Машиностроение, 1982. — 368 с.
6. Зинченко В. П., Мунипов В. М. Основы эргономики. — М.: Изд-во МГУ, 1979. — 344 с.
7. Егоров А. С., Загрядский В. П. Психофизиология умственного труда. — Л.: Наука, 1973. — 131 с.
8. Доскин В. А., Лаврентьева Н. А., Мирошников М. П., Шарай В. Б. Тест дифференцированной самооценки функционального состояния. — Вопросы психологии, 1973, № 6, с. 141—145.

## СОДЕРЖАНИЕ

Основные теоретические положения . . . . .	3
Экспериментальные методики . . . . .	10
1. Использование корректурного теста для оценки надежности человека-оператора . . . . .	10
2. Методика самооценки функционального состояния . . . . .	11
3. Оценка влияния функционального состояния оператора на его надежность . . . . .	12
Порядок выполнения работы . . . . .	14
Задание 1. Исследование влияния установки на выполнение работы на надежность оператора . . . . .	14
Задание 2. Исследование влияния помех на надежность оператора . . . . .	15
Контрольные вопросы . . . . .	15
Приложение . . . . .	17
Список литературы . . . . .	18

**Евгений Николаевич Радченко**

**ХАРАКТЕРИСТИКИ НАДЕЖНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА**

*Методические указания к учебно-исследовательской  
лабораторной работе № 23*

Редактор **Г. В. Шабалина**

Техн. редактор **Н. Н. Васильева**

Корректор **М. Б. Остапович**