Министерство образования и науки РФ

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный университет им. М.К. Аммосова»

Горный институт

Кафедра «Промышленная безопасность»

Практическая работа №5

Анализ режимов деятельности оператора системы оперативного управления

Якутск 2015

**Анализ режимов деятельности оператора** **системы оперативного управления**

**Методические указания к выполнению работы.**При исследовании и проектировании СЧМ важно определить положение и роль человека в системе, обеспечивающих оптимальное взаимодействие человека и машины (т. е. определить так называемый человеческий фактор). Ошибки, допускаемые человеком, во многом зависят от физического и психологического состояния, в котором могут находиться люди в конкретной деятельности.

Психофизиологические  свойства операторов в большей степени зависят от особенностей его  личности:  мировоззрения  (система взглядов), интересов, способности и одаренности, темперамента  и черт характера, внимания (функциональной устойчивости, переключения внимания, распределения объема памяти).

Задача эргономики – выявить несоответствие индивидуально-психоло-гических качеств человека выполняемой им работе. Это соответствие можно проверить по схеме: на 1-м этапе изучаются психофизиологические особенности структуры трудовой деятельности и причины типичных ошибок оператора; на 2-м – производится сопоставление выявленных особенностей психофизиологическим характеристикам оператора; на 3-м – выработка экспериментального заключения на основе сопоставления.

Для оценки работы операторов, обслуживающих транспортный процесс, используют комплексную характеристику –**функциональное состояние** – совокупность характеристик физиологических и психологических  качеств, которая обеспечивает эффективность выполнения производственных операций. Функциональное состояние оценивают через следующие группы параметров: интеллектуальные (осмысление работы, сосредоточенное  внимание, принятие решения); эмоциональные  (бодрость, уверенность,  трудовой подъем, усталость, вялость, подавленность, нежелание  работать); двигательные  (уровень  двигательной  активности, скорость движений, их точность, замедленность, ошибочность).

Функциональное состояние характеризуется (в зависимости от  изменения этих параметров) двумя процессами:**работоспособностью**– максимальные функциональные возможности оператора для выполнения  работы и**утомлением**– состояние, обратное работоспособности, т. е. снижение максимальных  возможностей  оператора, вызванное  работой и воздействием неблагоприятных условий труда. Утомление – это сигнал к прекращению работы или уменьшению ее интенсивности.

Динамика изменения функционального состояния оператора характеризуется «кривой» работы человека (рисунок 1), состоящей из следующих фаз: 1 – фаза врабатывания; 2 – фаза нормальной работы; 3 – фаза  усталости;  4 – фаза второго дыхания; 5 – фаза вторичной усталости.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image020.gif |

Рисунок 1 – Динамика изменения функционального состояния оператора

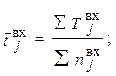
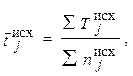
Границы перехода с работоспособного состояния в  утомление характеризуется допустимыми отклонениями от нормы:

– показатель функционального состояния оператора считается нормальным  [9, с. 421], если он отклоняется не более чем на 10 % от исходного уровня;

– допустимым считается отклонение значений параметра, которые лежат в  интервале от *М*[*t*] ± 1 – 3 s [*t*] (в зависимости от принятого уровня значимости), где *М*[*t*] – математическое ожидание; s [*t*] – среднее квадратическое отклонение.

|  |
| --- |
|  |
|  |

Изменение функционального состояния оператора на основании параметров среднего времени обработки  одного  входящего и одного исходящего сообщения рассчитываются по данным таблиц 2.1 и 2.2 (индивидуального задания) за каждый час смены:

                                 (1)

По рассчитанным значениям  строятся  два графика: для входящих  и для исходящих сообщений. Для каждого графика определяется среднее значение  показателя в  целом  за  смену и эти значения наносятся на графики в виде линии. Данное значение среднего времени обработки одного входящего и исходящего сообщения является основой для определения фаз работоспособности (по образцу рисунка 1). При этом каждое пересечение линии многоугольника почасовых распределений с линией среднего значения за смену  определяет вероятное место перехода функционального состояния оператора с одной фазы в другую.

На основании анализа графика нужно определить продолжительность  каждой фазы работоспособности оператора: *T*ф1, *T*ф2, ..., *T*ф*m*, где *m* – число фаз. Динамика работоспособности оценивается по относительной продолжительности фазы устойчивой работоспособности, к которой относятся (для рассматриваемого примера) все фазы, расположенные на графике ниже линии среднего значения показателя *tj*ср за смену,

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image023.gif >  0,65.                        (2)

При выполнении этого условия общее функциональное состояние оператора в течение смены оценивается как устойчивое.

Функциональное  состояние операторов СЧМ реального времени обычно рассматривается через два вида напряженности работы: операционное и эмоциональное. Операционное  – определяется плотностью различного рода информации, которую оператор воспринимает в течение работы. Учитываются такие  параметры, как темп и равномерность поступления информации,  длительность их обслуживания. Характеристиками для оценки операционной напряженности являются: коэффициент загрузки, период занятости, длина очереди, время обработки информации, скорость ее поступления.

Коэффициент загруженности

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image024.gif                                              (3)

где *T*o– период времени, в течение которого оператор занят обработкой информации;

*T*см  – общее время работы.

Исходя из психофизиологического условия обеспечения допустимой продолжительности оперативного покоя в течение работы коэффициент             *Z*< 0,75. Для оператора должно быть обеспечено также регулярное чередование периодов работы и оперативного покоя, которое характеризуется параметром период занятости *T*зан– время непрерывной, без пауз, работы, рекомендуется *Т*зан = 15 мин.

Появление  очереди в обработке информации приводит к снижению качества деятельности оператора, что может быть оценено коэффициентом очереди

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image025.gif                                               (4)

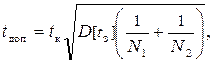
http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image026.gif                                               (5)

где  *T*оч – число сообщений, обработанных при наличии очереди или через   число сигналов*N*оч, обработанных оператором в условиях очереди на обслуживание и *N* – общее число поступивших сигналов.

Деятельность оператора характеризуется  также и  длиной  очереди, которая определяется числом сигналов, одновременно требующих внимания оператора. Длина очереди не должна превышать объем оперативной памяти, например, для поездного диспетчера – 3 сообщения.

Задача определения непрерывной продолжительности рабочей смены оператора состоит в том, чтобы найти критическое значение анализируемого параметра (например, времени реакции на звуковой сигнал *t*з), при котором различие с исходным значением параметра становится ощутимым (значимым).

Сравнение всех средних почасовых значений параметра *M*[*t*з*i*] с исходной величиной (исходной величиной можно считать наилучшее значение параметра, для времени реакции это будет минимальное значение) производится по формуле

                                       (6)

|  |
| --- |
|  |
|  |

где  *t*к  – значение   статистического  критерия,  для нормального закона *t*к определяет число средних квадратичных отклонений, которое нужно отложить вправо и влево от центра рассеивания для того, чтобы вероятность попадания в полученный участок была равна принятой доверительной вероятности *P*д (таблица 1);

*D*[*t*з] – дисперсия, определяется  через  среднее  значение почасовых дисперсий;

*N*1, *N*2 – числа наблюдений, по результатам которых вычислены математические ожидания сравниваемых значений параметра *t*з.

*Таблица 1* - **Расчетные значения параметра *t*к**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Доверительная вероятность | *P*д | 0,84 | 0,86 | 0.88 | 0,90 | 0,92 | 0,94 | 0,96 | 0,98 | 0,999 |
| Критерий | *t*к | 1,404 | 1,475 | 1,554 | 1,643 | 1,740 | 1,880 | 2,053 | 2,325 | 3,290 |

Устойчивость психофизиологических функций оператора в течение смены можно определить через коэффициент вариации

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image028.gif                                                    (7)

при *v* < 0,1 – высокая устойчивость, 0,1 < *v* < 0,2 – средняя устойчивость,     *v* > 0,2 – низкая устойчивость

**Пример решения задачи.** На основании данных, представленных в таблицах 2.1 и 2.2 (индивидуального задания) и формулы (1) рассчитываются  почасовые удельные затраты времени на обработку оператором одного входящего и исходящего сообщения. Для удобства результаты расчетов представлены в таблице 2.

*Таблица 2* – **Расчет удельных почасовых затрат времени на обработку сообщений**

| Часы | Входящие сообщения | | | Исходящие сообщения | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image029.gif | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image030.gif | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image031.gif | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image032.gif | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image033.gif | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image034.gif |
| 1 | 60 | 40 | 0,67 | 60 | 24 | 0,40 |
| 2 | 65 | 35 | 0,54 | 65 | 22 | 0,34 |
| 3 | 75 | 35 | 0,47 | 80 | 16 | 0,20 |
| 4 | 70 | 28 | 0,40 | 70 | 21 | 0,30 |
| 5 | 60 | 35 | 0,58 | 65 | 28 | 0,43 |
| 6 | 35 | 42 | 1,20 | 50 | 17 | 0,34 |
| 7 | 40 | 20 | 0,50 | 30 | 6 | 0,20 |
| 8 | 40 | 20 | 0,50 | 30 | 4 | 0,13 |
| 9 | 55 | 18 | 0,33 | 40 | 6 | 0,15 |
| 10 | 55 | 25 | 0,45 | 50 | 8 | 0,16 |
| 11 | 65 | 30 | 0,46 | 60 | 18 | 0,30 |
| 12 | 35 | 35 | 1,00 | 45 | 20 | 0,44 |
| **Итого** | 655 | 363 | 0,554 | 645 | 190 | 0,294 |

Результаты расчетов представлены на графиках почасовых удельных затрат времени, на которых нанесены значения средних удельных затрат времени. На основе анализа изменения параметра, представленного на графике, определяются фазы работы оператора (рисунки 2 и 3).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image035.gif |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  | | |  | | --- | |  | |

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image036.gifРисунок 2 – График изменения почасовых удельных затрат времени

оператором на переработку входящих сообщений в течение рабочей смены

Аналогичным образом строится график почасовых удельных затрат времени оператором  на переработку исходящих сообщений в течение рабочей смены

В соответствии с графиками определяем продолжительности фаз в работе оператора.

На рисунке 2 продолжительность фаз составила:

*ТI* = 0,9 ч; *ТII* = 2,9 ч; *ТIII* = 2,1 ч; *ТIV* = 4,3 ч; *ТV* = 0,8 ч.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image037.gif |  |  |
|  |  | |  | | --- | | часы | |
|  |  |  |

Рисунок 3 – График изменения почасовых удельных затрат времени оператором  на переработку исходящих сообщений в течение рабочей смены

На рисунке 3 продолжительность фаз составила:

|  |
| --- |
|  |
|  |

*ТI* = 1,4 ч; *ТII* = 1,4 ч; *ТIII* = 2,6 ч; *ТIV* = 4,8 ч; *ТV* = 0,8 ч.

Согласно формуле (2) определяем коэффициент устойчивости работы оператора по обработке входящих и исходящих сообщений, для чего учитываем продолжительность фаз работы оператора, где удельные затраты времени на обработку сообщений меньше среднего значения (ниже линии, обозначающей средние удельные затраты времени на обработку сообщений).

*http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image038.gif*(2,9 + 4,3)/12 = 0,6;

*http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image039.gif*(1,4 + 4,8)/12 = 0,517.

*Вывод*. Так как в обоих случаях коэффициент < 0,65, то работа оператора является нестабильной. Поэтому необходимо разработать мероприятия, обеспечивающие устойчивое выполнение оператором возложенных на него функций.

Определим непрерывную продолжительность рабочей смены оператора по изменению его физической характеристики на звуковой сигнал. Для этого используются данные, приведенные в таблице 3.1 задания на индивидуальные работы. Например, даны изменения времени реакции оператора на протяжении рабочей смены в миллисекундах (таблица 3).

*Таблица 3* –  **Изменения  времени  реакции  оператора  на протяжении**

**рабочей смены**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | Часы | | | | | | | | | | | | Итого |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *M*[t] | 155 | 145 | 135 | 145 | 155 | 155 | 165 | 165 | 175 | 190 | 205 | 200 | 1990 |
| σ2 | 645 | 855 | 545 | 782 | 965 | 915 | 614 | 715 | 911 | 815 | 716 | 915 | 9393 |

По данным таблицы 3 строится график изменения времени реакции оператора на протяжении рабочей смены (рисунок 4).

Значение среднего математического ожидания времени реакции

|  |
| --- |
|  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image040.gif |

= ∑*М* [*t*р]/12 = 1990/12 = 165,83 мс и среднее значение дисперсии

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image041.gif |  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image042.gif |

           = ∑σ2[*t*р]/12 = 9393/12 = 782,75 мс.

Дополнительное время, используемое на обработку входящих и исходящих сообщений с учетом параметров *N*1 =*N*2 = 10; *t*к = 1,74 (см. таблицу 1), определяется по формуле (6)

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image043.gif = 21,77 мс.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image044.gif |

Тогда            +  *t*доп = 165,83 + 21,77 = 187,6 мс.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image045.gif |

Рисунок 4 – График изменения времени реакции оператора на протяжении

рабочей смены

|  |
| --- |
|  |
|  |  |

http://vunivere.ru/workbase/00/04/64/62/images/image047.gifНа графике (см. рисунок 4) проводится прямая           + *t*доп и из точки ее пересечения с линией изменения исследуемого параметра проводится перпендикуляр на ось времени. Полученная точка (    = 9,8 ч или 81,7 %  рабочего времени) и будет характеризовать непрерывную продолжительность рабочей смены оператора.

*Вывод*. Сравнивая полученную продолжительность непрерывной работы оператора с нормативными значениями (приложение Г) можно сделать вывод о том, что нагрузка оператора является средней.

**Контрольные вопросы**

1 Роль человека в СЧМ.

2 Назовите основные фазы «кривой» работы человека и дайте их характеристику.

3 Назовите основные виды напряженности работы оператора, дайте их характеристику.

4 Порядок определения коэффициента устойчивости работы оператора по обработке сообщений.

5 Порядок определения продолжительности непрерывной работы оператора в течение смены.