Лекция №12

**Тема: Надежность человека как звена сложной технологической системы.**

План лекции:

1. Понятие о технических системах.
2. Понятие о надежности работы человека при взаимодействии с техническими системами
3. Зависимость эффективности работы от уровня нагрузок.
4. Критерии оценки деятельности оператора.
5. Оценка надежности системы «человек-машина».

Рекомендуемая литература

1. Алексеев С.В., Усенко В.Р. Гигиена труда. – М.: Медицина, 1998. – 244 с
2. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для студентов средних спец. Учеб. заведений / С.В. Белов, В.А. Девисилов, А.Ф. Козьяков и др. / под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Высш. шк., 2003. – 357с.
3. Безопасность жизнедеятельности. Под ред. проф. Э. А. Арустамова. М.: «Дашков и К°», 2003. -258 с.
4. Беляков Г.И. Практикум по охране труда. – М.: Колос, 1999. – 192с.
5. Хван Т.А., Хван П.А. Безопасность жизнедеятельности. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов н/Д: «Феникс», 2001. – 352 с.
6. Чусов Ю.Н. Физиология человека. – М.: Просвещение, 1981. – 193 с.

1. Понятие о системах.

***Под технической системой (объектом)*** понимается упорядоченная совокупность отдельных элементов, связанных между собой функционально и взаимодействующих таким образом, чтобы обеспечить выполнение некоторых заданных функций (достижение цели) при различных состояниях работоспособности.

Объектами могут быть различные системы и их элементы, в частности: сооружения, установки, технические изделия, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали.

***Упорядоченность*** означает, что относительно окружающей среды система выступает и соответственно воспринимается как нечто функционально единое.

***Признаком системы*** является структурированность, взаимосвязанность составляющих ее частей, подчиненность организации всей системы определенной и т.д.

***Обязательным компонентом*** любой системы являются составляющие элементы (подсистемы) и само понятие элемента условно и относительно, так как любой элемент, в свою очередь, всегда можно рассматривать как совокупность других элементов.

Поскольку все подсистемы и элементы, из которых состоит система, определенным образом взаиморасположены и взаимосвязаны, образуя данную систему, можно говорить о структуре системы.

***Структура системы*** - это то, что остается неизменным в системе при не изменении ее состояния, при реализации различных форм поведения, при совершении системой операций и т.п.

Любая система имеет, как правило, иерархическую структуру, т.е. может быть представлена в виде совокупности подсистем разного уровня, расположенных в порядке постепенности. При анализе тех или иных конкретных систем достаточным оказывается выделение некоторого определенного числа ступеней иерархии.

С***истемы функционируют в пространстве и времени.*** Процесс функционирования систем представляет собой изменение состояния системы, переход ее из одного состояния в другое. В соответствии с этим системы подразделяются на статические и динамические.

***Статическая система*** - это система с одним возможным состоянием.

***Динамическая система*** - система с множеством состояний, в которой с течением времени происходит переход от одного состояния в другое.

С позиций безопасности ***задачи исследования технических систем*** заключаются в том, чтобы увидеть, каким образом элементы системы функционируют в системе во взаимодействии с другими ее частями и по каким причинам может произойти отказ, грозящий негативными последствиями для окружающей среды.

2. Понятие о надежности работы человека при взаимодействии с техническими системами

***Технические системы*** становятся взаимосвязанными только благодаря наличию такого основного звена, как ***человек***. Примерно 20-30 % отказов прямо или косвенно связаны с ошибками человека; 10-15 % всех отказов непосредственно связаны с ошибками человека. Свыше 60% аварий происходит из-за ошибок персонала "рисковых" объектов. Ввиду этого, анализ надежности реальных систем должен обязательно включать и человеческий фактор.

***Надежность работы человека*** определяется как вероятность успешного выполнения им работы или поставленной задачи на заданном этапе функционирования системы в течение заданного интервала времени при определенных требованиях к продолжительности выполнения работы.

***Ошибка человека*** определяется как невыполнение поставленной задачи (или выполнение запрещенного действия), которое может явиться причиной повреждения оборудования или имущества либо нарушения нормального хода запланированных операций.

В реальных условиях в большинстве систем независимо от степени их автоматизации требуется в той или иной мере участие человека. Там, где ***работает человек, появляются ошибки.*** Они возникают независимо от уровня подготовки, квалификации или опыта. Поэтому прогнозирование надежности оборудования без учета надежности работы человека не может дать истинной картины.

Ошибки по ***вине человека*** могут возникнуть в тех случаях, когда:

* оператор или какое-либо лицо стремится к достижению ошибочной цели;
* поставленная цель не может быть достигнута из-за неправильных действий оператора;
* оператор бездействует в тот момент, когда его участие необходимо.

***Виды ошибок, допускаемых человеком*** на различных стадиях взаимодействия в системе "человек - машина" можно классифицировать следующим образом.

1. ***Ошибки проектирования***: обусловлены неудовлетворительным качеством проектирования. Например, управляющие устройства и индикаторы могут быть расположены настолько далеко друг от друга, что оператор будет испытывать затруднения при одновременном пользовании ими.

2. ***Операторские ошибки***: возникают при неправильном выполнении обслуживающим персоналом установленных процедур или в тех случаях, когда правильные процедуры вообще не предусмотрены.

3. ***Ошибки изготовления***: имеют место на этапе производства вследствие (а) неудовлетворительного качества работы, например неправильной сварки, (б) неправильного выбора материала, (в) изготовления изделия с отклонениями от конструкторской документации.

4. ***Ошибки технического обслуживания***: возникают в процессе эксплуатации и обычно вызваны некачественным ремонтом оборудования или неправильным монтажом вследствие недостаточной подготовленности обслуживающего персонала, неудовлетворительного оснащения необходимой аппаратурой и инструментами.

5. ***Внесенные ошибки***: как правило, это ошибки, для которых трудно установить причину их возникновения, т.е. определить, возникли они по вине человека или же связаны с оборудованием.

6. ***Ошибки контроля***: связаны с ошибочной приемкой как годного элемента или устройства, характеристики которого выходят за пределы допусков, либо с ошибочной отбраковкой годного устройства или элемента с характеристиками в пределах допусков.

7. ***Ошибки обращения***: возникают вследствие неудовлетворительного хранения изделий или их транспортировки с отклонениями от рекомендаций изготовителя.

8. ***Ошибки организации рабочего места***: теснота рабочего помещения, повышенная температура, шум, недостаточная освещенность и т.п.

9. ***Ошибки управления коллективом***: недостаточное стимулирование специалистов, их психологическая несовместимость, не позволяющие достигнуть оптимального качества работы.

Свойство человека ошибаться является функцией его психофизиологического состояния. Интенсивность ошибок во многом определяется параметрами внешней среды, в которой человек работает. ***В основе всех причин ошибочных действий*** лежат ***психологические мотивы*** поведения человека в разных ситуациях. Отдельные лица представляют и руководящее звено, и операторское звено, и ремонтный персонал, и т.п. Подходы к проблемам безопасности у них будут разные, разными будут и результаты. Поведение отдельных лиц и их влияние на безопасность систем будет различным на разных ступенях технологической цепочки создания объекта (выбор площадки, разработка технико-экономического обоснования, конструкторские проекты, изготовления оборудования, строительство объекта, монтаж, наладка, эксплуатация, контроль и т.п.).

***Одновременно персонал рисковых объектов*** испытывает большую психологическую нагрузку. ***Факторы,*** ее обусловливающие, можно рассмотреть на примере работы оперативного персонала традиционной промышленной электростанции: осознание степени опасности и тяжести последствий аварии; высокое давление пара и воды, высокое электрическое напряжение; движущиеся механизмы; вибрация; повышенная температура и пониженная влажность воздуха; монотонность обстановки; медленные изменения показаний приборов; размеренный ритм работы оборудования. ***Следствия***: расстройство сознания, рост психологической напряженности, потеря бдительности. ***Статистика:*** от 7 до 36% аварий происходит по вине персонала; 73% из них - в результате неблагоприятных психологических качеств человека.

***Психологи определяют две группы качеств профессиональной подготовки***: знания и навыки, психологические, психофизиологические и социально-психологические качества, такие, как стрессоустойчивость, выдержка, добросовестность, ответственность, умение работать в группе. Как правило, основная часть оперативного персонала этому комплексу качеств удовлетворяет. Однако здесь, видимо, требуется полное, 100% соответствие оперативного персонала этим качествам, так как неизвестно, на чью долю придется критическая ситуация, из которой придется выходить.

Не следует забывать о ***социально-психологическом аспекте*** надежности человеческого фактора в условиях политических столкновений в обществе (тревоги внешнего мира становятся фактором риска, когда у пульта обеспокоенный оператор).

При этом ***для разных людей движущие мотивы профессионального поведения*** могут быть различные: познавательный интерес к делу, уважение к профессии, осознание ответственности, избежание конфликтов, карьеризм, утилитарный подход (зарплата, премия, жилье, машина, путевка на отдых и т.д.).

Особого рассмотрения требует поведение человека в ***экстремальных (аварийных) ситуациях.*** В экстремальных ситуации человек, как правило, продолжает ту линию поведения, которая отработана в предыдущий период. В аварийных ситуацияхэмоциональное состояние человека характеризуется повышенной напряженностью (стрессом), сопровождающейся понижением работоспособности, координации движений и устойчивости психологических функций. Поведение человека в аварийных ситуациях подчиняется определенным фазовым закономерностям, наступающим в следующем порядке:

***Гипермобилизация****.* При встрече с определенной опасностью у человека наступает мобилизация сил, когда все органы чувств находятся в напряженном состоянии. При этом снижается точность движений, что может вызвать ошибки или неверные реакции.

***Потеря******ориентации***— неверная оценка информации, искажение процесса контроля и оценки действительных причин ошибок.

***Нарушение соотношения между основными и второстепенными действиями****.* Длявыхода из аварийной ситуации необходимы четкие действия, направленные на уменьшение или ликвидацию основной опасности, но при столкновении с трудностями у человека снижается внимание к главным в данной ситуаций задачам, и он начинает заниматься мелочами.

***Распад структуры операций*** — усиление ошибок предыдущей фазы, так как практически все технологические процессы или операции имеют определенный алгоритм. При этом нарушение последовательности операций, сосредоточение внимания человека-оператора на выполнение отдельной операции не способствуют поиску выхода из аварийной ситуации.

***Обострение оборонительных реакций и отказ****.* При наслоении трудностей и неудач человек начинает больше внимания уделять поискам искусственных оправданий, обвинению других участников в невыполнении своих обязанностей. При длительном или интенсивном процессе преодоления трудностей и выполнении тяжелой работы возможен отказ, когда мобилизация сил сменяется апатией.

***Поэтому формула безопасности***: критическая позиция (I) + строго регламентированный и взвешенный подход (II) + коммуникабельность (III) = безопасность, - будучи внедренной в стереотип поведения оператора, ***обеспечивает*:**

* предотвращение (удаление от) аварийной ситуации;
* снижение процента ошибок при управлении аварией.

***Методы прогнозирования частоты ошибок человека*** основываются на классическом анализе и включают следующие этапы:

* составление перечня основных отказов системы;
* составление перечня и анализ действий человека;
* оценивание частоты ошибок человека;
* определение влияния частоты ошибок человека на интенсивность отказов рассматриваемой системы;
* выработка рекомендаций, внесение необходимых изменений в рассматриваемую систему и вычисление новых значений интенсивности отказов.

***Одним из основных методов анализа надежности работы человека является построение дерева вероятностей (дерево исходов).*** При использовании этого метода задается некоторая условная вероятность успешного или ошибочного выполнения человеком каждой важной операции либо вероятность появления соответствующего события. Исход каждого события изображается ветвями дерева вероятностей. Полная вероятность успешного выполнения определенной операции находится суммированием соответствующих вероятностей в конечной точке пути успешных исходов на диаграмме дерева вероятностей. Этот метод с некоторыми уточнениями может учитывать такие факторы, как стресс, вызываемый нехваткой времени; эмоциональная нагрузка; нагрузка, определяемая необходимостью ответных действий, результатами взаимодействий и отказами оборудования. ***Данный метод*** обеспечивает хорошую наглядность, а связанные с ним математические вычисления просты, что в свою очередь снижает вероятность появления вычислительных ошибок. Кроме того, он позволяет специалисту по инженерной психологии легко оценить условную вероятность, которую в противном случае можно получить только с помощью решения сложных вероятностных уравнений.

3. Зависимость эффективности работы от уровня нагрузок

Соотношение между ***качеством работы*** человека и ***действующими нагрузками*** показывает, что зависимость частоты появления ошибок от действующих нагрузок является нелинейной. При очень ***низком уровне*** нагрузок большинство операторов работают ***неэффективно*** (так как задание кажется скучным и не вызывает интереса) и качество работы далеко от оптимального. При ***умеренных нагрузках*** качество, работы оператора оказывается ***оптимальным***, и поэтому умеренную нагрузку можно рассматривать как достаточное условие обеспечения внимательной работы человека-оператора. При дальнейшем ***увеличении нагрузок*** качество работы человека начинает ***ухудшаться,*** что объясняется, главным образом, такими видами физиологического стресса, как страх, беспокойство и т.п.

4.Критерии оценки деятельности оператора.

***Для оценки надежности работы*** операторов технических систем необходимо учитывать следующие факторы:

1. качество обучения и практической подготовки;
2. наличие письменных инструкций, их качество и возможность неправильного их толкования;
3. эргономические показатели рабочих мест;
4. степень независимости действий оператора;
5. наличие операторов-дублеров;
6. психологические нагрузки.

5. Оценка надежности системы «человек-машина».

К показателям надежности системы «человек-машина» относятся:

***Показатели надежности технических систем***. Определяют безотказность, долговечность, ремонтопригодность элементов технической системы.

***Эргономические показатели***. Определяют систему взаимодействия "человек-машина" и характеризуют комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических, и психологических свойств, которые проявляются в процессах взаимодействия системы "человек-машина" (изучает инженерная психология и эргономика).

***Гигиенические показатели*** используют при определении соответствия системы условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при его взаимодействии с технической системой (показатели освещенности, температуры, влажности, магнитного и электрического полей, запыленности, излучения, токсичности, шума, вибрации, перегрузок и т.д.).

***Физиологические и психофизиологические показатели*** используют при определении соответствия системы физиологическим свойствам человека и особенностям функционирования его органов чувств. Такие показатели характеризуют соответствие системы возможностям человека воспринимать и перерабатывать информацию, соответствие системы закрепленным и вновь приобретенным навыкам человека.

***Показатели безопасности***. Определяют способность системы обусловливать при ее эксплуатации безопасность обслуживающего персонала и населения. К показателям безопасности следует отнести вероятность безопасной работы человека в конкретных условиях в течение определенного времени, время срабатывания блокировочных и защитных устройств, электропрочность линий передач и т.д.

Хотя безопасность рассматривается как одно из свойств надежности, оно выходит за рамки надежности, поскольку неполнота безопасности может проявляться и в нормальных условиях работы объекта. Примером может служить работа теплоэлектроцентралей на органическом топливе (угле, сланце, мазуте) с нормальным режимом функционирования котлов, но с выбросами в атмосферу вредных продуктов сгорания в дозах, превышающих допустимые из-за несоответствия качества топлива режимам горения. Этот случай также можно рассматривать как отказ системы, при котором следует изменить режимы сжигания или режимы работы фильтров.

***Экологические показатели*** определяют уровень вредных воздействий на окружающую среду при эксплуатации, производстве, потреблении и транспортировании продукции. К ним следует отнести содержание вредных компонентов, выбрасываемых в окружающую среду; вероятность выбросов вредных компонентов (газов, жидкостей, различных излучений и т.д.).