

**МЕТОД ВЫБОРА СОДЕРЖАНИЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗЛОЖЕНИЯ
УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-
ПЕДАГОГОВ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ УСЛОВИЙ ТРУДА. Часть 2.
Формирование содержания и последовательности изложения**

Постановка проблемы. В соответствии с учебным планом специальности 6.010100.36 «Профессиональное обучение. Компьютерные технологии в управлении и обучении» эргономическая подготовка будущих инженеров-педагогов осуществляется в рамках дисциплины «Эргономика информационных технологий». На настоящее время определено содержание этой дисциплины, последовательность изложения тем [1], разработана методика формирования эргономических знаний и умений будущих инженеров-педагогов в компьютерной отрасли [2], разработан практикум [3]. Одной из тем, предусмотренных рабочим планом дисциплины, является эргономическая экспертиза. Эргономическая экспертиза может охватывать много объектов, поэтому её изложение в пособии [1] ограничено общими положениями. Вместе с этим практика расследований обстоятельств несчастных случаев убедительно свидетельствует о необходимости более глубокой подготовки будущих инженеров-педагогов в области эргономической экспертизы [4]. В связи с этим возникла проблема разработки содержания учебного материала в области эргономической экспертизы условий труда, методов, средств, педагогических технологий и организационных форм обучения.

Анализ последних исследований и публикаций приведен в первой части данной статьи [5], поэтому отметим только лишь тот факт, что пока нет общего метода модернизации учебного материала любой дисциплины. Поэтому в зависимости от степени разработанности учебного материала дисциплины могут быть различные подходы. По мнению автора предлагаемый в этой и предыдущей статье подход является наиболее перспективным с позиции универсальности.

Постановка задачи. На основании следующих умений, сформированных по результатам профессиографического анализа деятельности технического эксперта, расследующего обстоятельства несчастных случаев на производстве, и приведенных в [5], а именно:

- умений, необходимых для исследования условий работы человека-оператора систем «человек – техника – среда» (СЧТС), в т.ч. для изучения обстоятельств несчастных случаев, непосредственно на его рабочем месте;
- умений, необходимых для построения причинно – следственной сети событий, завершившихся несчастным случаем;
- умений, необходимых для информационного компьютерного моделирования причинно – следственных сетей событий;
- умений, необходимых для формирования экспертного заключения об обстоятельствах несчастного случая;
- умений, необходимых для разработки эргономических рекомендаций по совершенствованию рабочего места, среды на рабочем месте, алгоритма деятельности, распределения функций и т. п.

необходимо выявить и обосновать содержание учебного материала в области эргономической экспертизы условий труда для подготовки будущих инженеров-педагогов к производственной деятельности.

Целью статьи является описание метода формирования содержания учебного материала в области эргономической экспертизы условий труда и последовательности его изложения.

Изложение основного материала.

Формирование перечня единиц знаний. Сформулированная задача решается путём изучения нормативной и научно – технической литературы, посвящённой эргономическим исследованиям, в частности, источников [6-11], и выделения из них тех знаний, которые использует специалист, демонстрирующий в своей деятельности вышеназванные умения. Кроме того, для выявления отдельных единиц знаний строится профессиографическая модель деятельности специалиста в области информационных технологий при построении модели безопасной (нормативной) операторской деятельности. Перечислим эти знания:

А. Эргономические знания, необходимые для исследования условий работы человека-оператора СЧТС, в т.ч. для изучения обстоятельств несчастных случаев, непосредственно на его рабочем месте:

- понятие рабочего места и рабочего сиденья;
- пространственная организация рабочего места;
- параметры рабочего места, влияющие на качество операторской деятельности;
- виды рабочей среды на рабочем месте;
- параметры рабочей среды, влияющие на качество операторской деятельности;
- функциональное состояние организма.

Б1. Эргономические знания, необходимые для анализа условий работы человека-оператора:

- категория тяжести труда;
- эргономические нормы и требования;
- аттестация рабочего места.

Б2,3. Эргономические знания, необходимые для построения и компьютерного моделирования причинно – следственной сети событий:

- эргономические причины событий;
- антропогенные ситуации;
- причинно – следственная сеть событий, связанных с «человеческим фактором»;
- судебно – эргономическая экспертиза несчастных случаев в судебно – экспертных исследованиях;
- нарушения эргономических норм и требований при проектировании, организации, эксплуатации рабочих мест;
- модель знаний о нарушениях;
- моделирование причинно – следственной сети событий;
- наиболее вероятная первопричина каждого следствия;
- наиболее вероятные последовательности промежуточных причин - следствий для каждой из выходных вершин.

В. Эргономические знания, необходимые для формирования экспертного заключения:

- эргономическое обеспечение деятельности оператора;
- показатели эргономичности рабочего места;

- средства и организация эргономического обеспечения.

Г. Эргономические знания, необходимые для разработка эргономических рекомендаций по совершенствованию рабочего места, среды на рабочем месте, алгоритма деятельности, распределения функций и т. п.

На основании разработанной профессиограммы эксперта – эргономиста установлено, что одним из требований к его квалификации является умение оценивать показатели качества деятельности человека – оператора СЧТС и анализировать их фактический уровень. Для выявления знаний, указанных в этом пункте, была изучена и схематически описана деятельность специалиста в области информационных технологий при решении задач эргономического обеспечения деятельности оператора (рис. 1).

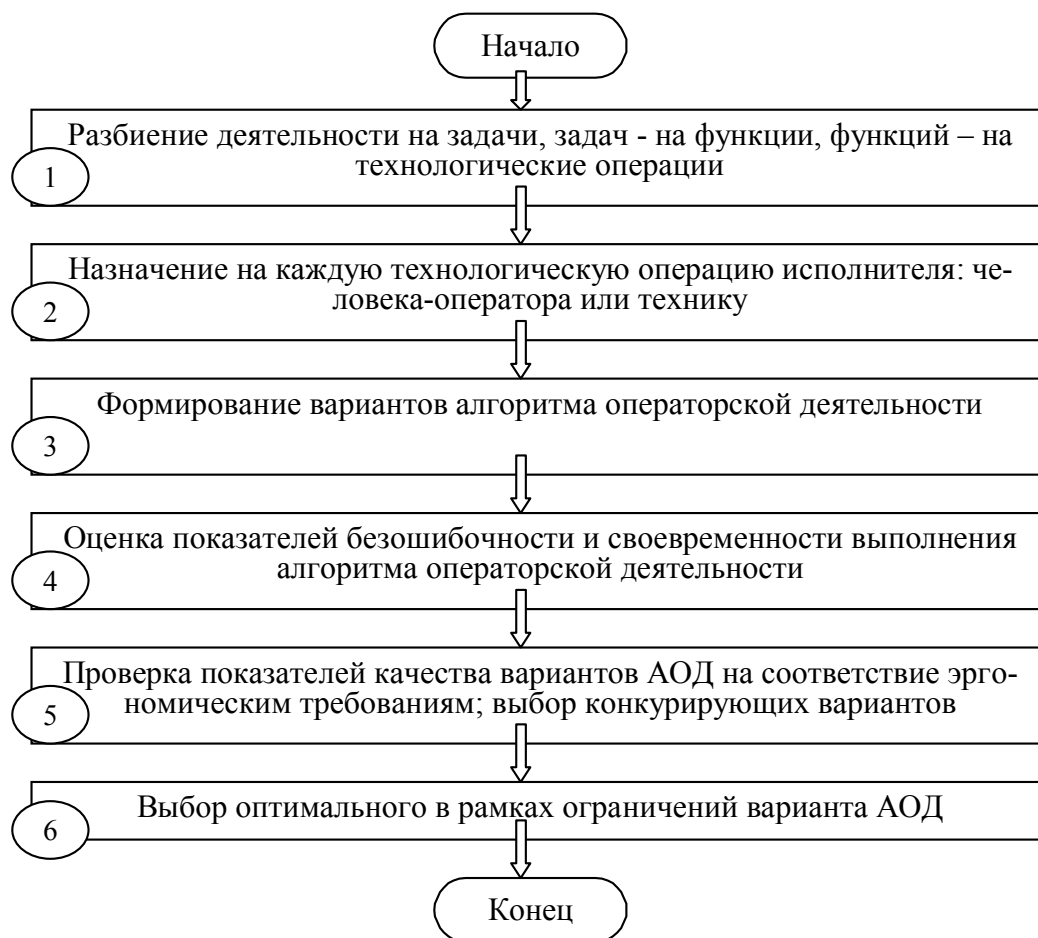


Рис. 1. Порядок действий специалиста в области информационных технологий при построении модели безопасной (нормативной) операторской деятельности

Для того, чтобы выявить единицы знаний, опишем более подробно рис. 1 на основании профессиографического анализа как схему деятельности эксперта – эргономиста, разрабатывающего эргономическую модель безопасной (нормативной) ситуации.

1 шаг. Исходя из профессии или рода занятий оператора, эксперт – эргономист устанавливает вид операторской деятельности

2 шаг. Определяются (уточняются) изучаемые функции оператора.

3 шаг. Эксперт – эргономист строит возможные варианты алгоритма операторской деятельности (АОД), отличающиеся: количеством операций (действий); видом каждой операции (действия); связями между операциями (действиями) в алгоритме; нормами времени на выполнение каждой операции (действия); используемыми техническими средствами (орудиями и предметами труда) и их параметрами.

Выбор операций в алгоритме проводится в следующей последовательности: выбор технологических операций и связей между ними; выбор комплексных и элементарных действий, входящих в состав технологической операции, и связей между ними.

4 шаг. Эксперт – эргономист выбирает показатели качества деятельности, которыми может быть оценен АОД. При этом он ориентируется на классификацию показателей качества деятельности и на их перечень [1].

5 шаг. Эксперт – эргономист собирает данные о значениях показателей качества выполнения отдельных действий.

6 шаг. Эксперт – эргономист изучает зависимости (формулы), позволяющие вычислить значения показателей качества выполнения вариантов АОД на основе данных, полученных на 5 шаге. Затем эксперт – эргономист вычисляет эти значения.

7 шаг. Эксперт – эргономист выбирает наиболее приемлемый вариант АОД по значениям показателей качества его выполнения. Если ни один вариант АОД не удовлетворяет эргономическим требованиям, необходимо сгенерировать новые варианты. При этом возможны два способа поиска новых вариантов:

1 способ (8 шаг) – по факторам, влияющим на качество деятельности. Эксперт – эргономист изучает характеристики зависимости показателей качества деятельности (в табличном или графическом виде) от влияющих факторов, затем возвращается к 3 шагу; классификация факторов, влияющих на качество деятельности, по данным эргономической литературы представлена на рис. 2;

2 способ (9-13 шаги) – по характеристикам ошибок при выявлении каждого элементарного действия в АОД.

9 шаг. Эксперт – эргономист устанавливает виды отклонений в действиях оператора по данным [12].

10 шаг. Для каждого вида отклонений (ошибок) эксперт – эргономист определяет вероятностные характеристики ошибок (вероятность появления ошибки; удельный вес ошибок данного вида среди всех видов ошибок, допускаемых оператором при выполнении данного действия), находит информацию о возможных последствиях ошибки (влияние на эффективность СЧТС, на качество деятельности оператора, на состояние здоровья и работоспособность оператора).

11 шаг. Эксперт – эргономист находит информацию о причинах ошибок и количественных (вероятностных) характеристиках причин ошибок.

12 шаг. Эксперт – эргономист находит информацию о средствах обнаружения ошибок.

13 шаг. Эксперт – эргономист находит информацию о средствах предупреждения ошибок и оптимизирует структуру и параметры СЧТС. Затем эксперт – эргономист возвращается к 3 му шагу.

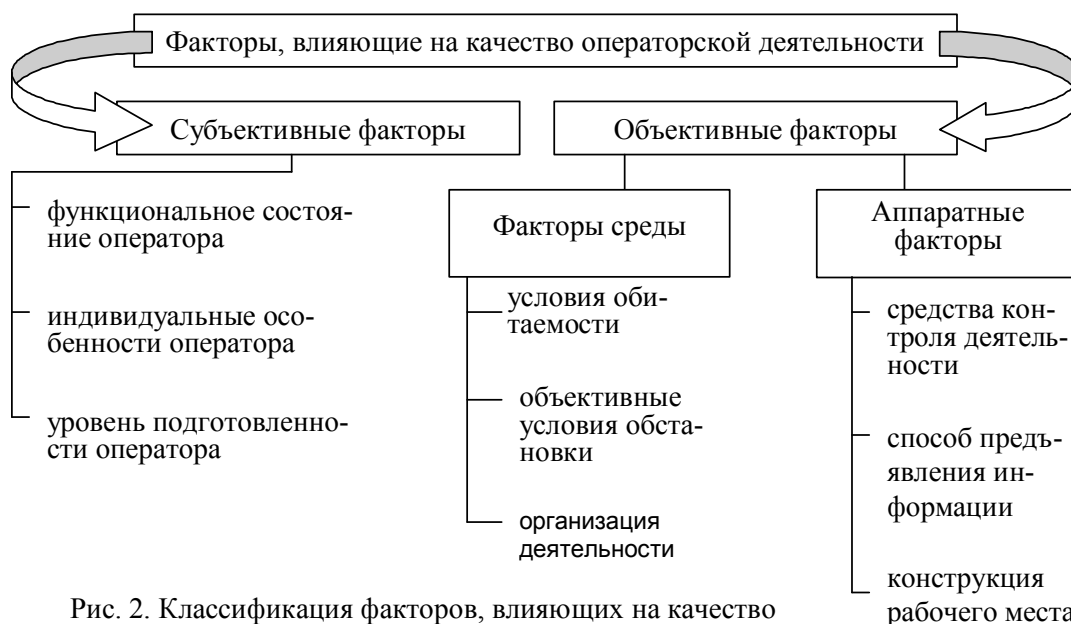


Рис. 2. Классификация факторов, влияющих на качество операторской деятельности

Проведенный пошаговый анализ позволил выделить знания, необходимые для эргономической экспертизы на этапе Г. В табл. 1 сведена информация, необходимая для проектирования АОД (нумерация шагов дана в соответствии с предыдущим описанием). Приведенные знания могут быть разделены следующим образом: знания нормативно-справочной, расчетной и субъективной информации; знания, относящиеся к конкретному классу систем (конкретной системе) или к общеэргономической (общетехнической) информации (рис. 3). На рисунке нумерация источников информации дана согласно второму и третьему столбцам табл. 1.

Таблица 1

Знания, используемые экспертом – эргономистом при построении модели безопасной (нормативной) операторской деятельности

№ шага	Единицы необходимых знаний	Возможные источники информации
1	1.1. Вид операторской деятельности	а) классификация операторской деятельности в СЧТС
2	2.1. Функции оператора	а) задачи, решаемые операторами; б) распределение (согласование) функций между операторами и техникой; в) распределение (согласование) функций внутри коллектива операторов
3	3.1. Вид операции (действия)	а) классификация отдельных действий (психофизиологических операций)

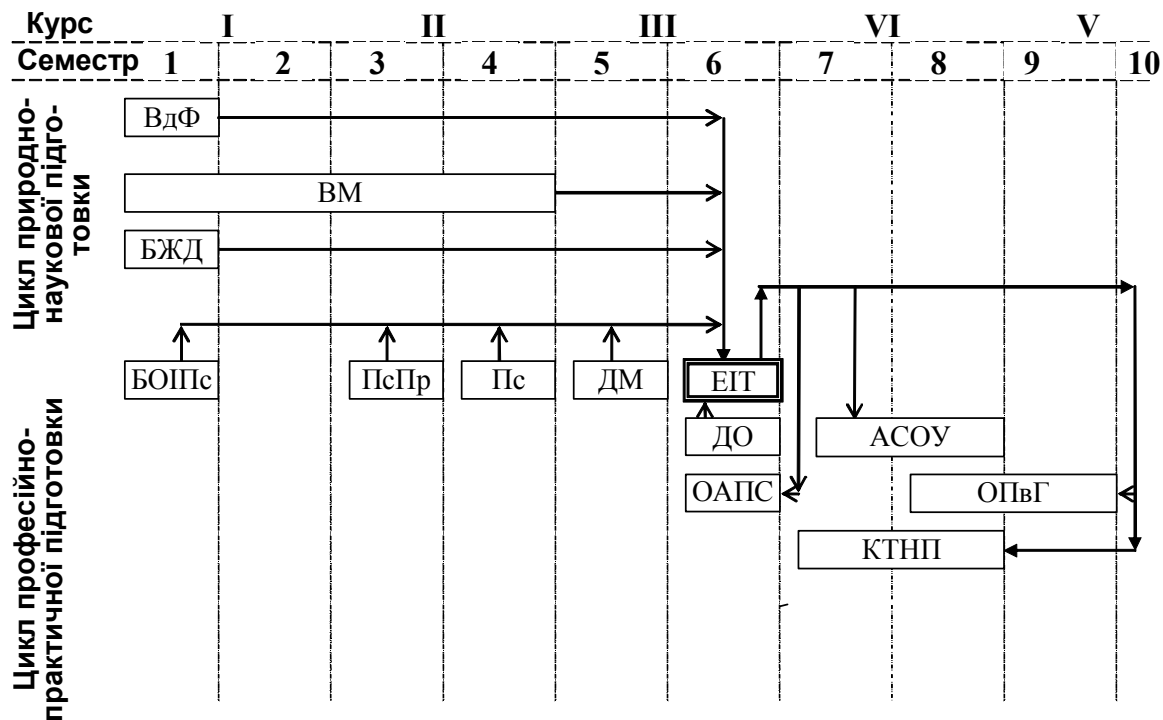
№ шага	Единицы необходимых знаний	Возможные источники информации
	3.2. Время выполнения операции (действия)	а) справочные данные о качестве выполнения оператором типовых действий и операций
	3.3. Орудия и предметы труда	а) ТЗ на проектируемую СЧТС; б) номенклатура и классификация технических средств деятельности
	3.4. Связи между операциями (действиями) в алгоритме	а) справочные данные о структурах и алгоритмах деятельности оператора
4	4.1. Номенклатура показателей качества деятельности (ПКД)	а) справочные данные о ПКД (номенклатура, классификация, определения)
5	5.1. Значения показателей качества выполнения типовых действий и операций (КВО ТДиО)	а) справочные числовые данные о КВО ТДиО
6	6.1. Зависимость ПКД от влияющих факторов	а) справочные данные (формульные зависимости, алгоритмы)
7	7.1. Число конкурирующих вариантов, ПКД каждого варианта	а) результаты расчетов на шаге 6 б) модели предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР)
8	8.1. Зависимость ПКД от влияющих факторов	а) справочные данные (в табличном или графическом виде)
9	9.1. Виды отклонений в действиях операторов	а) справочные данные об ошибках операторов
10	10.1. Вероятностные характеристики ошибок	а) справочные данные о характеристиках ошибок операторов
	10.2. Последствия ошибок	а) справочные данные о последствиях ошибок операторов
11	11.1. Причины ошибок	а) справочные данные о причинах ошибок операторов
	11.2. Вероятностные характеристики причин ошибок	а) справочные данные о характеристиках причин ошибок операторов
12	12.1. Средства обнаружения ошибок	а) методы и средства контроля качества деятельности
13	13.1. Средства предупреждения ошибок	а) методы и средства оптимизации эргономических свойств СЧТС

На основании анализа знаний, перечисленных в п.п. **А, Б, В, Г**, сформирован перечень ключевых понятий. Перечень включает знания, которые как предшествуют изучению темы «Эргономическая экспертиза условий труда» (обеспечивающие знания), так и знания, формируемые в результате изучения темы. К обеспечивающим знаниям относится 31 понятие из дисциплины «Эргономика информационных технологий» (из других обеспечивающих дисциплин знания в перечень не включались), к формируемым – 70 понятий.



Рис. 3. Разделение исходных знаний по видам

Межпредметные и межтемные связи. Для правильного построения структурно – смысловой модели и формирования оптимальной последовательности изложения учебного материала необходимо учесть межпредметные и межтемные связи. Как было показано в[5], для проведения эргономической экспертизы условий труда необходимы знания из ряда обеспечивающих дисциплин. Часть этих дисциплин в соответствии с учебным планом изучается в 1-5 семестрах, часть – в 7 – 9 семестрах, в то время, когда базовая дисциплина – «Эргономика информационных технологий» изучается в 6 – м семестре. Такое распределение дисциплин вызывает, естественно, дидактические проблемы. Для их уяснения был построен фрагмент структурно-логической схемы учебного плана специальности 6.010100.36, показывающий информационные связи между дисциплинами, т.е. отражающий межпредметные связи. Фрагмент приведен на рис. 4. Дополнением этой схемы, отражающей ещё и входные и выходные связи между умениями, формируемыми в «Эргономике информационных технологий», и другими умениями, необходимыми для эргономической экспертизы условий труда, может служить схема связей, представленная на рис. 5. По своей сути эта схема отражает межтемные связи при обучении эргономической экспертизе условий труда.



Дисципліни, що **дають** вхідну інформацію для вивчення **ергономічної експертизи умовий труда** переважно в рамках дисципліни «**Ергономіка інформаційних технологій**»

Дисципліни, що **используют** знання і уміння, сформовані в результаті вивчення розділу «**Ергономічна експертиза умовий труда**» в рамках дисципліни «**Ергономіка інформаційних технологій**»

ВдФ - введення до фаху

ВМ - вища математика

БЖД - безпека життєдіяльності

БОПс - біологічні основи розвитку людини і інженерна психологія

ПсПр - психологія праці

Пс - психологія

ДМ - дискретна математика

ДО - дослідження операцій

ОАПС - основи автоматизованого проектування складних систем

АСОУ - автоматизовані системи організаційного управління

КТНП - комп'ютерні технології в навчальному процесі

ОПвГ - охорона праці в галузі

Рис. 4. Фрагмент структурно-логічної схеми навчального плану спеціальності 6.010100.36

Исходные предпосылки построения структурно – смысловой модели. Для построения структурно – смысловой модели и формирования оптимальной последовательности изложения учебного материала воспользуемся результатами, изложенными в работе



Рис. 5. Схема межтемных связей дисциплины «Эргономика информационных технологий» с другими дисциплинами учебного плана специальности 6.010100.36 на уровне умений

«Структурирование учебного материала инженерных дисциплин (методическое пособие)» [6] и развитыми и апробированными в кандидатской диссертации Г.И. Сажко [2]. В соответствии с этими положениями, структура учебного материала представляется в виде графа в ярусно-параллельной форме. Допустимость такого представления основана на следующих теоретических положениях работы [6].

Утверждение 1. Структурно-смысловая модель учебного материала по определенной дисциплине или её части может быть представлена графом понятий $G = \{V, \Gamma\}$ в ярусно-параллельной форме, в котором $V = \{v_i\}$ – множество целостных единиц знания (понятий), а Γ – отображение множества V в V . Данное отображение реализуется множеством направленных дуг $U = \{u_{ki}\}$, которые соединяют между собой пары вершин графа. Дуги $u_{ki} \in U$ соответствуют потоку передачи информации от одной целостной единицы знания к другой (взаимосвязям между ними). Для единицы знания v_i отображение Γv_i – это множество таких единиц знания, которым v_i передает информацию, т.е. изучение этих целостных единиц знания невозможно начать, пока не будет усвоена единица v_i .

Утверждение 2. Граф понятий G обладает хотя бы одним ядром.

Ядро – это такое множество понятий $S \subset V$, что: а) никакое из понятий, входящих в S , не передает информацию любому другому понятию из S (т.е. имеет место внутренняя устойчивость); б) любое понятие v_i из $V \setminus S$ обеспечивается информацией раньше, чем некоторое понятие из S (в силу чего понятие v_i изучается раньше всех понятий из S) (т.е. имеет место внешняя устойчивость).

Утверждение 3. Слои понятий образуют разбиение множества V на n подмножеств, в каждом из которых понятия не связаны между собой смежной информацией (обеспечивается внутренняя устойчивость). Последовательность изучения различных понятий, исходя из сказанного, зависит от того, какому слою, они принадлежат. Это значит, что понятия, принадлежащие k -му слою, не могут быть изучены без знания связанных с ними понятий из $(k-1)$ -го слоя.

Утверждение 4. Возможно одно и только одно разбиение множества V на слои. Данное утверждение вытекает из утверждений 1-3.

Последовательность изложения учебного материала. Построение и анализ графа понятий $G=\{V, \Gamma\}$ в ярусно-параллельной форме осуществлялось с помощью программного средства, разработанного Т.В. Ящун и Г.И. Сажко в соответствии с утверждениями 1-4 и описанного в [7]. По результатам работы программы, выполняющей анализ графа понятий в ярусно-параллельной форме, получена последовательность изложения понятий при обучении эргономической экспертизе условий труда. Всего в графе выделено 47 ярусов (слоев). Собственно учебный материал разбивается на 7 учебных доз. Остальные ярусы – это - или понятия из обеспечивающих дисциплин, или связывающие понятия. Они выделены программой не как самостоятельные дозы рабочей программы, а для удобства преподавателя в качестве подсказки: эти понятия надо напомнить студентам.

Выводы. 1) Проблема обучения эргономической экспертизе условий труда является междисциплинарной, поэтому определение перечня дисциплин, формирующих знания об условиях эффективного труда и формирующих умения оценивать тяжесть труда, возможно только при учёте межпредметных и межцикловых связей. 2) Перечень единиц знаний, необходимых и достаточных для формирования умений эргономической экспертизы условий труда может быть определён путём изучения нормативной и научно – технической литературы, посвящённой эргономическим исследованиям, и выделения из них тех знаний, которые использует специалист, демонстрирующий в своей деятельности эти умения. Отдельные знания могут быть определены только путём профессиографического анализа деятельности специалиста в области информационных технологий при решении задач эргономического обеспечения деятельности оператора. Применение этих двух подходов позволило выделить 101 ключевое понятие, используемых для формирования умений эргономической экспертизы условий труда. Из них 27 (чуть более 25%) понятий относятся к обеспечивающим знаниям, 72 понятия – к эргономическим знаниям. 3) В общем комплексе работ по подготовке учебного материала разработке структуры учебного материала и последовательности его изложения придается важное значение. Если формализовать интуитивные и опытные представления педагогов о структуре учебного материала и использовать в качестве структурно – смысловой модели модель учебного материала в виде направленного графа, то на основе понятия ядра графа можно построить структурно – смысловую модель учебного материала, отвечающую всем дидактическим требованиям, а используя понятие графа достижимости – определить оптимальную последовательность изложения учебного материала. Используя изложенный подход и программные средства, разработанные Ящун Т.В. и Сажко Г.И., были построены: исходный граф понятий для предметной области «Эргономическая экспертиза условий труда» (исходная структурно – смысловая модель учебного материала), граф понятий в ярусно-параллельной форме (т.е. «правильная» структурно – смысловая модель), последовательность изложения понятий при обучении эргономической экспертизе условий труда.

Перспектива **дальнейших исследований** состоит в детализации ключевых понятий и в формировании содержания учебного материала для лекций, для методических указаний к лабораторным работам и практическим занятиям, а также для методических указаний по организации и проведению технологической практики на автоматизированных рабочих местах.

Литература

1. Ергономіка інформаційних технологій: оцінка, проектування, експертиза: Навчальний посібник / А.Т. Ашеро́в, Г.И. Сажко - Харків: Вид. УПА, 2005.- 244 с.
2. Сажко Г.И. Методика формування ергономічних знань та умінь майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій: Автореф. дисс... канд. пед. наук. - Харків, 2006. - 20 с.
3. Эргономика информационных технологий в примерах и задачах / А.Т. Ашеро́в, Г.И. Сажко, Е.А. Лавров, В.Г. Хоменко, Ю.Н. Полякова. – Харьков: Вид. УИПА. – 2007. – 213 с.
4. Сажко Г.И., Малёванная В.В. Формирование аналитических умений экспертизы условий труда в процессе эргономической подготовки будущих инженеров – педагогов: состояние проблемы // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: Зб. наук. пр. Випуск 17 – Харків, УПА, 2007 - С. 304 – 316.
5. Малёванная В.В. Метод выбора содержания и последовательности изложения учебного материала для обучения будущих инженеров-педагогов эргономической экспертизе условий труда. Часть 1. Выбор умений // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: Зб. наук. пр. Випуск 18 – Харків, УПА, 2008 - С. 112-124.
6. Артюх С.Ф., Приходько В.М., Ашеро́в А.Т., Капленко С.А., Фёдоров И.В. Структурирование учебного материала инженерных дисциплин (методическое пособие) - М.: МАДИ (ГТУ); Харьков: УИПА, 2002. – 30 с.
7. Ящун Т.В., Сажко Г.И. Структурирование учебного материала дисциплин компьютерного цикла // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: Зб. наук. праць. – Харків. - 2004. – Вип. 8. - С. 140 – 149.

Малёванная В.В.

Метод выбора содержания и последовательности изложения учебного материала для обучения будущих инженеров-педагогов эргономической экспертизе условий труда.

Часть 2. Формирование содержания и последовательности изложения

В статье на основании умений, необходимых для проведения эргономической экспертизы условий труда и описанных в опубликованной первой части этой статьи, изложен метод определения знаний, обеспечивающих вышеназванные умения, и определения последовательности изложения учебного материала.

Мальована В.В.

Метод выбора змісту і послідовності викладу учбового матеріалу для навчання майбутніх інженерів-педагогів ергономічній експертизі умов праці. Частина 2. Формування змісту і послідовності викладу

У статті на підставі умінь, необхідних для проведення ергономічної експертизи умов праці і описаних в опублікованій першій частині цієї статті, висловлений метод визначення

знань, що забезпечують вищеназвані уміння, і визначення послідовності викладу учбового матеріалу.

Maljovanaya V.

Selection Method of Teaching Material Content and Presentation Sequence by Teaching Future Teache -Engineers to Working Conditions Ergonomic Examination. Part 2. Forming of Maintenance and Sequence of Exposition

In the article on the basis of abilities necessary for conducting of ergonomics examination of terms of labour and described in the published first part of this article, the method of determination of knowledge's, providing afore-named abilities, and determination of sequence of exposition of educational material, is expounded.

Стаття надійшла до редакції 24.01.2008р.