

A. T. ASHEROV

## МЕТОДИЧНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ЕРГОНОМІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗИ ТРУДОВОГО СЕРЕДОВИЩА

*У статті на основі 10-річного досвіду ергономічної підготовки фахівців комп'ютерного профілю описана методична система формування ергономічних знань і умінь в галузі ергономічної експертизи автоматизованих робочих місць, технологічних процесів, умов праці. Дано характеристику навчального матеріалу, лабораторного практикуму, методичного забезпечення.*

**Ключові слова:** методична система, інженери-педагоги комп'ютерного профілю, ергономічна експертиза, трудове середовище.

A. T. ASHEROV

## МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ ТРУДОВОЙ СРЕДЫ

*В статье на основе 10-летнего опыта эргономической подготовки специалистов компьютерного профиля описана методическая система формирования эргономических знаний и умений в области эргономической экспертизы автоматизированных рабочих мест, технологических процессов, условий труда. Приводится характеристика учебного материала, лабораторного практикума, методического обеспечения.*

**Ключевые слова:** методическая система, инженеры-педагоги компьютерного профиля, эргономическая экспертиза, трудовая среда.

A. T. ASHEROV

## METHODOLOGICAL SYSTEM OF ERGONOMIC EXPERTISE OF LABOUR ENVIRONMENT TRAINING

*The methodological system of ergonomic knowledge and abilities in the field of ergonomic expertise of automated work places, technological processes, the conditions of work is described on the basis of 10 years' experience in this article. The characteristic of training material, laboratory practical training session, methodological aids are given.*

**Keywords:** methodological system, engineer-teachers of computer technology, ergonomic expertise, labour environment.

Учебный план подготовки будущих инженеров любой специальности предусматривает среди прочих специальную подготовку в области охраны труда и безопасности жизнедеятельности. Актуальность этой подготовки не вызывает сомнений. Выпускники технических вузов получают достаточную подготовку в области охраны труда и безопасности жизнедеятельности, но только с позиции технических факторов. Поэтому они должны иметь определённое представление и о «человеческом факторе» безопасности жизнедеятельности, т. е. эргономических факторах, и в первую очередь об эргономических факторах обстоятельств несчастных случаев.

Эргономическая подготовка необходима для того, чтобы снизить потенциальный уровень травматизма, способствовать сохранению здоровья рабочих и повышению эффективности их

труда. Такую подготовку будущие специалисты могут получить в рамках любой эргономической дисциплины, если она включена в учебный план. Однако анализ учебных планов многих специальностей во многих вузах показал, что эргономическая подготовка этими планами не предусмотрена. Естественно, не предусмотрено и обучение эргономической экспертизе условий труда. Эргономическая экспертиза – это определение соответствия достигнутых значений показателей качества системы «человек – техника – среда» (СЧТС) или её компонентов общим и частным эргономическим требованиям [1].

Для ликвидации такого пробела в образовании в Украинской инженерно-педагогической академии (пять факультетов в Харькове, по одному факультету в городах Артёмовске и Стаханове) в учебный план подготовки инженеров-педагогов компьютерного профиля ещё в 2000 г. была введена дисциплина «Эргономика информационных технологий».

Освещение проблем, возникших и решённых в связи с преподаванием этой дисциплины в целом и её раздела «Эргономическая экспертиза» в частности является целью данной статьи. Изложение подано на примере специальности «Профессиональное обучение. Компьютерные технологии в управлении и обучении».

Отраслевыми стандартами высшего образования «Образовательно-квалификационная характеристика» (ОКХ), «Образовательно-профессиональная программа подготовки специалиста» (ОПП) для квалификационных уровней бакалавр, специалист, магистр специальности «Профессиональное обучение. Компьютерные технологии в управлении и обучении» предусмотрено формирование у специалиста эргономических знаний о требованиях: к организации деятельности операторов; к элементам рабочего места; к информационным моделям; к рабочей среде на рабочем месте; к вспомогательным техническим средствам; к рабочему инструменту; к рабочей одежде; к режимам труда и отдыха, и определено содержание учебного материала для эргономической подготовки будущего инженера-педагога [2]. Среди предусмотренных ОКХ и ОПП эргономических умений значительное место занимают умения проводить эргономические экспертизы событий, связанных с нарушением эргономических требований безопасности.

Заметим, что в определённых случаях необходимыми условиями возникновения события несчастного случая или аварии могут быть несколько причин. Среди них всё чаще и чаще фигурируют причины, связанные с неудовлетворительным эргономическим обеспечением технологических процессов, оборудования, приспособлений, инструмента, трудовой среды. Подтверждением этого факта являются статистические данные Харьковского НИИ судебных экспертиз Министерства юстиции Украины [3, с. 191–201]. Этот институт за 7 лет исследовал 238 несчастных случаев в Восточном регионе Украины, из них 159 на производстве (67%). Анализ заключений судебно-технических экспертиз, хранящихся в архиве указанного НИИ, показал, что из 159 произведенных экспертиз 42 (26,4%) посвящены анализу несчастных случаев в системах, которые по наличию квалификационных признаков можно определить как СЧТС. При этом из-за несовершенства эргономического обеспечения произошли 37 несчастных случаев, т. е. 88% несчастных случаев в производственных СЧТС или 23% несчастных случаев на производстве. Уже этих данных достаточно, чтобы оценить актуальность проблемы эргономической подготовки будущего специалиста.

На основании анализа уровня травматизма в общественном производстве Украины на протяжении последних лет, анализа нормативных документов в области эргономики, анализа рабочих программ дисциплин учебного плана специализаций компьютерного профиля специальности «Профессиональное обучение», анализа научно-технической литературы, международного опыта развития эргономики, современных концепций эргономического образования необходимо:

выявить и обосновать структуру методической системы формирования знаний и умений экспертизы трудовой среды в процессе эргономической подготовки студентов технических и инженерно-педагогических специальностей;

разработать содержание учебного материала и последовательность его изложения;

определить методы, педагогические технологии и организационные формы обучения, выбрать или разработать средства обучения.

**1. Структура методической системы.** Термин «методическая система» является расхожим в педагогике. В данной статье под методической системой понимается точно

определённая совокупность элементов педагогического процесса, имеющая структуру системы управления с обратной связью и обеспечивающая формирование знаний и умений по определённой дисциплине или её части в соответствии с выявленными объективными потребностями общества. Структура методической системы приведена рис. 1. На схеме приняты следующие обозначения: А – функциональные обязанности будущего специалиста на первичных должностях; Б – цели обучения; В – цели конкретных занятий; Г – возможности технических средств обучения (ТСО); Д – психологическая структура группы; Е – уровень мотивации. Таким образом, в схеме учтены все элементы процесса обучения, постулируемые инженерной педагогикой [4; 5]. Термин «подготовка», используемый при объяснении элементов методической системы, имеет смысл «уровень знаний и умений», а не процесс. В содержательном плане оригинальными частями в схеме рис.1 являются блоки 1, 2, 6 и частично блоки 3 и 4. Поэтому описанию этих блоков уделим основное внимание.

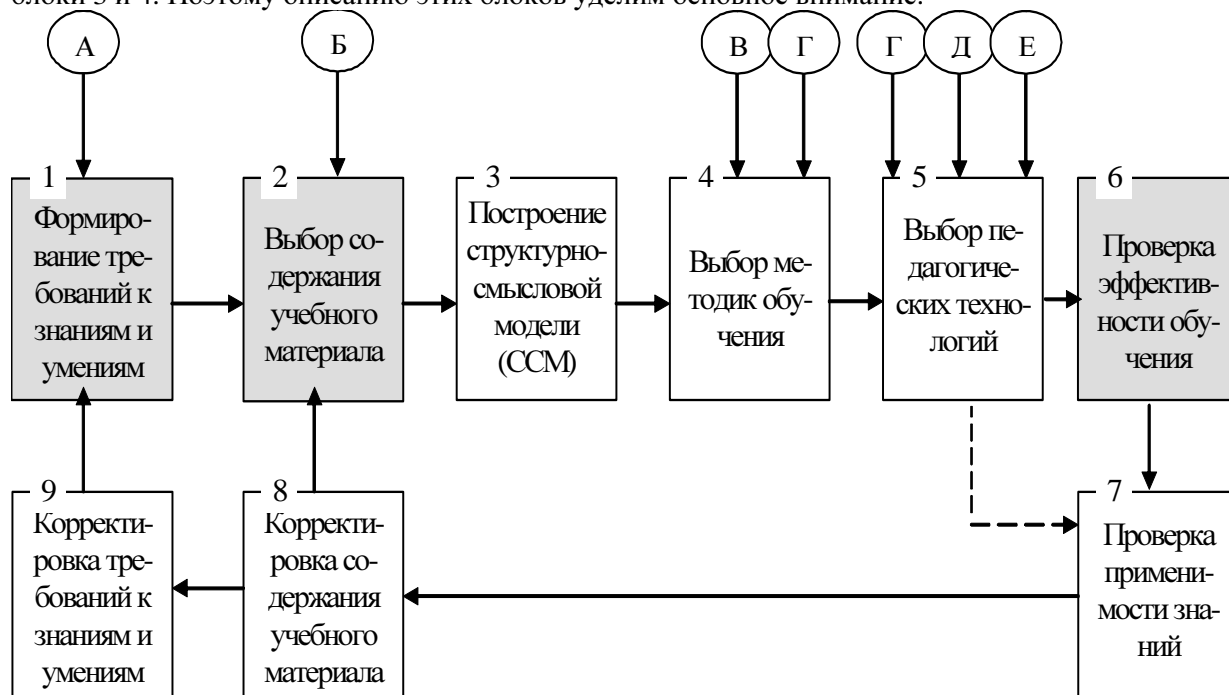


Рис. 1. Структура методической системы формирования эргономических знаний и умений в области экспертизы трудовой среды.

**2. Формирование требований к эргономическим знаниям и умениям.** Логическая структура метода формирования требований приведена на рис. 2. Предлагаемый ниже подход основан на применении метода профессиографического анализа и реализуется в пять этапов.

*Этап 1.* Из схемы рис. 2 видно, что на первом этапе нужно выявить те факторы рабочей среды, которые влияют на качество операторской деятельности (КОД). В эргономике выделяют [6] следующие элементы среды: санитарно-гигиенические, психофизиологические, эстетические, социально-психологические. Условия среды влияют на КОД через функциональное состояние оператора (вызывая напряженность утомление и т. д.) или непосредственно, ухудшая условия приема информации или выполнения двигательных действий (слабая освещенность ухудшает восприятие зрительного сигнала, сильный шум ухудшает восприятие звукового сигнала, вибрации затрудняют как считывание информации, так и работу с органами управления и т. п.).

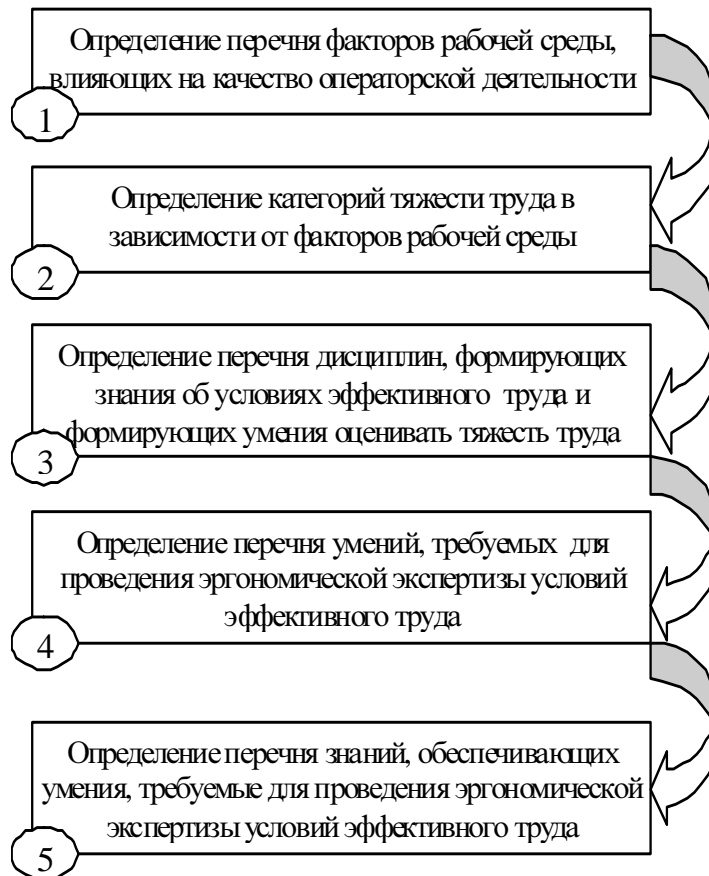


Рис. 2. Логическая схема решения задачи

Названные четыре группы элементов изучаются в разных дисциплинах: санитарно-гигиенические элементы входят в предметные области «Медицина», «Санитария» и «Гигиена труда»; психофизиологические – в предметные области «Физиология», «Инженерная психология» и «Эргономика»; эстетические – в предметную область «Техническая эстетика»; социально-психологические – в предметные области «Социальная психология» и «Психология труда».

*Этап 2.* Определение перечня дисциплин, формирующих знания об условиях эффективного труда и формирующих умения оценивать тяжесть труда. Выше были названы предметные области данных об элементах, составляющих факторы рабочей среды. Анализ учебных планов профилей специальности «Профессиональное обучение» показал, что некоторые элементы, составляющие факторы рабочей среды, изучаются в следующих дисциплинах: «Валеология» (1-й семестр), «Безопасность жизнедеятельности» (1-й семестр), «Эргономика информационных технологий» (6-й семестр), «Основы экологии» (7-й семестр), «Основы охраны труда» (8-й семестр), «Охрана труда в отрасли» (9-й семестр), «Гражданская оборона» (9-й семестр). Учебный процесс по этим дисциплинам направлен на формирование знаний правил безопасной жизнедеятельности и безопасного труда и на формирование умений организовать и обеспечить безопасный и комфортный труд.

В исследовании автора интересует, с одной стороны, «человеческий фактор» безопасной жизнедеятельности, с другой – экспертиза условий труда работников роботизированного и компьютеризированного производства, т. е. сфера деятельности будущих инженеров-педагогов компьютерного профиля. На тяжесть труда работников этой категории наибольшее влияние оказывают психофизиологические элементы рабочей среды. Анализ рабочих программ вышеназванных дисциплин, ОКХ и ОПП для квалификационных уровней бакалавр, специалист, магистр специальности «Профессиональное обучение» показал, что формирование умений экспертизы условий труда на основе анализа психофизиологических элементов рабочей среды предусмотрены только учебным материалом дисциплины «Эргономика информационных технологий», т. е. в процессе эргономической подготовки.

*Этап 3.* Определение перечня умений, требуемых для проведения эргономической экспертизы условий эффективного труда. Этот этап является наиболее сложным и трудоёмким. Решаемая на нем задача формулируется так: на основании образовательно-квалификационной характеристики специалиста и наблюдений за деятельностью эксперта-эргономиста, проводящего эргономическую экспертизу рабочих мест и условий труда, требуется составить перечень задач, решаемых при проведении эргономической экспертизы, и перечень умений, обеспечивающих решение этих задач. Логическая схема решения этой задачи и дальнейшее её развитие для пятого этапа приведены на рис. 3.

Используя ОКХ специальности «Профессиональное обучение. Компьютерные технологии в управлении и обучении», составлен перечень типовых задач деятельности, решаемых при проведении эргономической экспертизы условий эффективного труда.



*Рис. 3. Логическая схема определения содержания учебного материала и последовательности его изложения.*

**3. Определение перечня умений.** Для определения перечня умений в области эргономической экспертизы рабочих мест целесообразно составить профессиограмму эксперта-эргономиста, проводящего эту экспертизу. Такая профессиограмма позволит определить те данные, которые необходимо иметь специалисту, а они уже позволят очертить область необходимых знаний и умений. Для составления профессиограммы автор в течение одного года эпизодически участвовал в разборе обстоятельств несчастных случаев совместно с судебно-техническими экспертами Харьковского НИИ судебных экспертиз. Исследованию подвергались те несчастные случаи, которые происходили в производственных СЧТС на предприятиях Харьковской и Донецкой областей. Наблюдения за действиями экспертов и требования к содержанию профессиограммы [7, с. 57–59] позволили составить «портрет» профессиограммы технических экспертов в тех случаях, когда они проводят эргономическую экспертизу рабочих мест: Составленная профессиограмма позволила установить, что в работе эксперта-эргономиста можно выделить следующие фазы деятельности, разнесенные во времени:

А) исследование условий работы человека-оператора СЧТС, в т. ч. изучение обстоятельств несчастных случаев, непосредственно на его рабочем месте;

## МЕТОДИКА ІНЖЕНЕРНОЇ ТА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ

Б) ергономічний аналіз, побудова причинно-слідственої мережі подій, інформаційне комп'ютерне моделювання причинно-слідствених мереж подій;

В) формування експертного висновку;

Г) розробка ергономічних рекомендацій по удосконаленню робочого місця, середовища на робочому місці, алгоритма діяльності, розподілу функцій і т. п.

Відповідно цим етапам на основі типових завдань діяльності і детальної професіограми визначені вміння, необхідні для проведення ергономічної експертизи трудової середовища. Кількість умінь на рівні завдань діяльності показано в таблиці 1.

Таблиця 1

*Кількість виділених умінь*

| № | Дисципліна, формуюча вміння         | Кількість умінь по етапам |    |   |   |
|---|-------------------------------------|---------------------------|----|---|---|
|   |                                     | А                         | Б  | В | Г |
| 1 | Валеологія                          | 1                         |    |   |   |
| 2 | Охорона праці в галузі              | 2                         |    | 1 |   |
| 3 | Ергономіка інформаційних технологій | 2                         | 10 | 1 | 6 |
| 4 | Психологія                          | 1                         |    |   |   |
| 5 | Психологія праці                    | 1                         |    |   |   |
| 6 | Введення в спеціальність            |                           | 1  |   |   |
| 7 | Вища математика                     |                           | 2  |   |   |
| 8 | Дослідження операцій                |                           |    |   | 1 |
| 9 | Дискретна математика                |                           | 1  |   |   |
|   | Загальна кількість виділених умінь  | 7                         | 14 | 2 | 7 |

4. **Визначення змісту навчального матеріалу.** Завдання формування переліку одиниць знань вирішувалося шляхом вивчення нормативної і науково-технічної літератури, присвяченої ергономічним дослідженням, і виділення з них тих знань, які використовує спеціаліст, демонструючи в своїй діяльності вищезазначені вміння. Крім того, для виявлення знань, необхідних для розробки ергономічних рекомендацій по удосконаленню робочого місця, середовища на робочому місці, алгоритма діяльності, розподілу функцій і т. п. була вивчена і схематично описана на рівні умінь діяльність спеціаліста в області інформаційних технологій при вирішенні завдань ергономічного забезпечення діяльності оператора (рис. 4).

На основі аналізу знань груп А, Б, В, Г сформувався перелік ключових понять. Перелік включає знання, які передують вивченню теми «Ергономічна експертиза умов праці» (забезпечуючі знання), так і знання, формуючі в результаті її вивчення. До забезпечуючих знань відноситься 31 поняття з дисципліни «Ергономіка інформаційних технологій» (з інших забезпечуючих дисциплін знання в перелік не включалися), к формуючим – 70 понять.

При побудові структурно-смысловий моделі і формуванні оптимальної послідовності викладу навчального матеріалу були використані результати, викладені в роботі «Структурування навчального матеріалу інженерних дисциплін: методичне посібник» [7] і розроблені і апробовані в дисертації Г. І. Сажко [8]. Відповідно до цих положень, структура навчального матеріалу представляється в вигляді графа в ярусно-паралельній формі. Допустимість такого представлення ґрунтується на наступних теоретичних положеннях роботи [8].

*Утвердження 1.* Структурно-смысловий модель навчального матеріалу по визначеній дисципліні або її частині може бути представлена графом понять  $G = \{V, \Gamma\}$  в ярусно-паралельній формі, в якому  $V = \{v_i\}$  – множина цілих одиниць знання (понять), а  $\Gamma$  – відображення множини  $V$  в  $V$ . Дане відображення реалізується множиною напрямлених дуг  $U = \{u_{kl}\}$ , які з'єднують між собою пари вершин графа. Дуги  $u_{kl} \in U$  відповідають потоку передачі інформації від однієї цілої одиниці знання до іншої (взаємозв'язки між ними). Для одиниці знання  $v_i$  відображення  $\Gamma v_i$  – це множина таких одиниць знання,

которым  $v_i$  передает информацию, т.е. изучение этих целостных единиц знания невозможно начать, пока не будет усвоена единица  $v_i$ .

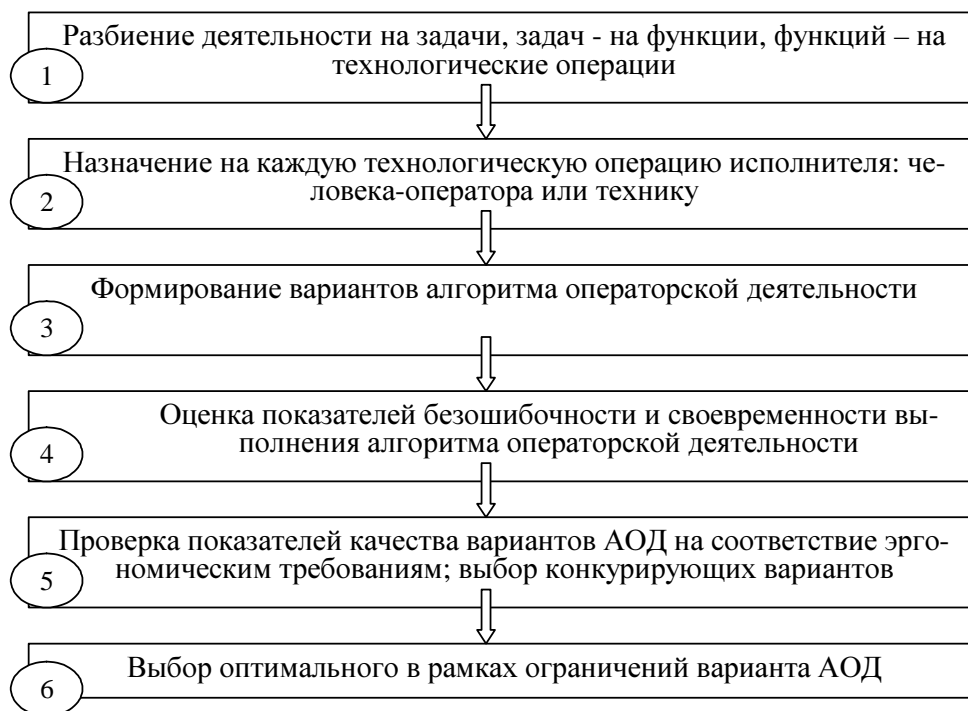


Рис. 4. Порядок действий специалиста в области информационных технологий при построении модели безопасной (нормативной) операторской деятельности (профессиографическая модель деятельности).

*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; 2; 3]. 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; 2; 3; 4] и описанного в [9]. 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.

**5. Характеристика учебного материала.** В рабочей программе дисциплины «Эргономика информационных технологий» на раздел «Эргономическая экспертиза» выделено 5 часов лекций, 8 часов лабораторной работы, 8 часов контролируемой самостоятельной работы. На лекциях излагаются: понятие эргономической экспертизы (ЭЭ) и судебно-эргономической экспертизы (СудЭЭ), этапы проведения ЭЭ, методы ЭЭ и СудЭЭ; экспертиза рабочего места, условий труда, среды на рабочем месте; формирование выводов ЭЭ и СудЭЭ;

формирование рекомендаций по повышению качества информационных технологий. На лабораторных работах студенты анализируют причинно-следственные сети, связанные с обстоятельствами несчастных случаев, решают задачи диагностики и прогноза событий. Контролируемая самостоятельная работа посвящена ЭЭ собственного рабочего места, построению и расчёту причинно-следственной сети, связанной с нарушением эргономических норм или требований. Кроме этих видов работ, студенты во время технологической практики проводят ЭЭ рабочего места практики, составляют эргономическую карту своего рабочего места и дают оценку тяжести труда. Завершающим этапом обучения является обязательный раздел ЭЭ в выпускных работах специалистов и магистров.

Таким образом, проблема обучения ЭЭ 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. Установлено, что подготовка будущего специалиста к экспертизе рабочего места и условий труда должна охватывать значительный круг профессиональных умений (выделено 28 умений на уровне задач); среди выделенных умений наибольшее число приходится на дисциплину «Эргономика информационных технологий» (19 из 28, т. е. 68%); учебный процесс формирования умений должен учитывать тесные межпредметные связи «Эргономики информационных технологий» ещё с восемью учебными дисциплинами.

Перечень единиц знаний, необходимых и достаточных для формирования умений ЭЭ 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 31 (чуть более 25%) понятие относятся к обеспечивающим знаниям, 70 понятий – к эргономическим знаниям.

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. С использованием изложенного подхода 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); определена последовательность изложения понятий при обучении эргономической экспертизе условий труда.

Определены также организационные формы обучения. В обучении упор делается на самостоятельную работу, выполняемую: при изучении дисциплины «Эргономика информационных технологий» 6-м семестре, во время технологической практики в конце 6-го семестра и дипломного проектирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Эргономическая экспертиза. Основные положения, программы и методики: ГОСТ В 29.08.001 – 96. ССЭТО. – М.: Госстандарт России, 1997. – 8 с.
2. Asherov A. Standardizing requirements upon knowledge and skills of ergonomics masters Certification and accreditation of ergonomics, labour protection and work safety education (editors: L.M.Pacholski and J.S.Marcinkowski) / A. Asherov, A.Tarasuk. // Proc. of the 16<sup>th</sup> Intern. Seminar of Ergonomics teachers. – Boszkowo / Leszno (Poland). – 1999. – P. 133–141.



- 
3. Сабадаш В. В. Розробка методів ергономічної експертизи нещасних випадків у виробничих системах «людина – техніка – середовище»: дис. ... канд. тех. наук: 05.01.04 / Володимир Вікторович Сабадаш. – Харків, 2007. – 229 с.
  4. Коваленко Е. Э. Методика профессионального обучения: инженерная педагогика / Елена Эдуардовна Коваленко. – Харьков: УИПА, 2002. – 158 с.
  5. Мелецінек А. Інженерна педагогіка: практика передачі технічних знань; пер. з нім. С. Ф. Артюх / Адольф Мелецінек. – Харків: УИПА, 2001. – 198 с.
  6. Кристенсен Ж. Человеческий фактор: в 6 т. / Ж. Кристенсен, Д. Мейстер, П. Фоули; пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – Т. 1: Эргономика – комплексная научно-техническая дисциплина. – 599 с.
  7. Структурирование учебного материала инженерных дисциплин: метод. пособие / С. Ф. Артюх, В. М. Приходько, А. Т. Ашерев и др. – М.: МАДИ (ГТУ); Харьков: УИПА, 2002. – 30 с.
  8. Сажко Г. І. Методика формування ергономічних знань та умінь майбутніх інженерів-педагогів в галузі комп'ютерних технологій: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Галина Іванівна Сажко. – Харків, 2006. – 320 с.
  9. Ящун Т. В. Структурирование учебного материала дисциплин компьютерного цикла / Т. В. Ящун, Г. И. Сажко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: зб. наук. праць. – Харків, 2004. – Вип. 8. – С. 140–149.