

## Инженерная психология и эргономика в инновационный образовательный период

**Л. А. Вайнштейн,**  
кандидат психологических наук, профессор,  
**Е. А. Мельникова,**  
магистр технических наук, аспирантка,  
**В. С. Осипович,**  
кандидат технических наук, доцент,  
**Н. В. Щербина,**  
старший преподаватель,  
магистр технических наук,  
**К. Д. Яшин,**  
заведующий кафедрой инженерной  
психологии и эргономики,  
кандидат технических наук, доцент;  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

*Переход страны на двухуровневую модель профессиональной подготовки специалистов с высшим образованием делает особенно актуальным оптимизацию параметров структурно-содержательного обучения в системе «бакалавриат – магистратура» с возможностью последующей учебы в аспирантуре. Это можно осуществить на основе преемственности образовательных программ с учетом особенностей предметной области деятельности – специализированной подготовки, а в нашем случае – инженерной подготовки.*

Преемственность высшего профессионального образования обеспечивает его непрерывность при переходе с одной ступени на другую. При этом повышение квалификационного уровня по вертикали предусмотрено посредством углубления (профилизации) подготовки и фундаментализации (академичности) знаний обучающихся. Этот процесс реализуется путем поэтапного освоения соответственно профессиональной (бакалавриат, инженер-системотехник, 4 года) и профессионально-научной (магистратура, 2 года) образовательных программ с возможностью последующего обучения в аспирантуре. В результате полного цикла университетской подготовки выпускники получают фундаментальные знания и устойчивые профессиональные умения в профильных научно-исследовательской и научно-педагогической сферах, включая практику на предприятиях реального сектора экономики.

Цель представляемого авторами крупного инженерно-психологического проекта – разработать и реализовать принцип преемственности высшего профессионального образования на примере деятельности кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР (далее – кафедра).

Кафедра является профилирующей и ведет подготовку по двум специальностям I ступени высшего образования, по четырем специальностям II ступени высшего образования, а также осуществляет подготовку соискателей по четырем специальностям аспирантуры с возможностью выхода на защиту кандидатских диссертаций (рис. 1).

Кафедра является разработчиком образовательных стандартов (далее – ОС) и учебных планов для подготовки специалистов с высшим образованием по пяти специальностям [1–5]:

1-58 01 01 – Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий (далее – И-ПОИТ), квалификация «инженер-системотехник».

1-40 05 01-09 – Информационные системы и технологии (в обеспечении промышленной безопасности), квалификация «инженер-системотехник».

1-23 80 08 – Психология труда, инженерная психология, эргономика, магистр технических наук.

1-59 81 01 – Управление безопасностью производственных процессов, магистр техники и технологий.

1-59 80 01 – Охрана труда, магистр технических наук.

Еще на начальном, аналитическом, этапе разработки ОС был сделан упор на то, что IT-специалист должен применять в своей работе знания особенно-

стей человеческого фактора, т. е. образовательная платформа у него должна быть из сферы прикладных наук о человеке. Идеальный вариант – это взять за основу инженерную психологию и эргономику.



Рис. 1. Схема системного подхода в подготовке специалистов высшей квалификации на кафедре инженерной психологии и эргономики БГУИР

Практическая реализация этих требований способствовала решению достаточно сложных задач: разработать концептуальные подходы к проектированию и реализации ОС нового поколения и сформулировать квалификационную характеристику выпускника в формате компетенций (при условии сокращения сроков обучения на I ступени высшего образования с пяти до четырех лет).

Согласно ОС специальности, выпускник компетентен в следующих видах профессиональной деятельности: проектно-конструкторская, производственно-технологическая и эксплуатационная, научно-исследовательская и образовательная, организационно-управленческая, инновационная. В соответствии с профессиональными компетенциями выпускник должен хорошо разбираться в современных технологиях разработки программного обеспечения, понимать архитектуру создаваемой информационной системы, уметь разговаривать с разработчиками программного обеспечения на их языке и в то же время должен быть специалистом в области человеческого фактора, знать законы инженерной психологии и эргономики и уметь применять их при создании информационных систем.

**Результаты разработки**

*1 ступень высшего образования.* У инженера-системотехника специальности И-ПОИТ формируются компетенции как психологического, так и технического профиля (включая программирование). Такой выпускник имеет более широкий диапазон деятельности, чем специалисты смежных специальностей, например, программисты. Деятельность выпускников И-ПОИТ связана с юзабилити-исследованиями. В связи с этим ключевым стал вопрос баланса дисциплин инженерно-психологического и IT-профиля [6; 7].

В таблице 1 представлены основные дисциплины, формирующие компетенции IT-профиля и инженерно-психологического профиля для инженеров-системотехников специальности И-ПОИТ. Таким образом, будущий специалист помимо фундаментальной подготовки по современным информационным технологиям получает знания законов инженерной психологии и эргономики, т. е. является специалистом в области человеческого фактора.

Кафедра участвует в программе Erasmus плюс, финансирование которой осуществляется из средств Евросоюза. Идет активная разработка новых учебных планов и программ в соответствии с европейскими стандартами, совершенствуются методики обучения. Преподаватели кафедры проходят зарубежные стажировки и обмениваются опытом с кол-

Таблица 1

Основные дисциплины для подготовки инженера-системотехника специальности И-ПОИТ

| Дисциплины IT-профиля                 | Дисциплины инженерно-психологического профиля |
|---------------------------------------|---|
| Операционные системы                  | Когнитивные технологии                        |
| Современные языки программирования    | Инженерная психофизиология                    |
| Базы данных                           | Эргатические системы                          |
| Сетевые технологии                    | Психология восприятия информации              |
| Интерфейсы информационных систем      | Технологии виртуальной реальности             |
| Тестирование программного обеспечения | Функциональная схемотехника                   |
| Криптографические технологии          | Эргономика мобильных приложений               |
| Управление информационными проектами  | Инженерно-психологическое проектирование      |

легами из европейских университетов. В качестве консультантов для кафедры и экспертов программы выступают профессора Университета города Де Монтфорт (Великобритания) и Университета науки и технологии города Лилля (Франция) [8].

Студенты И-ПОИТ имеют опыт обучения на английском и китайском языках в университетах Китая.

Кроме того, на кафедре ведется подготовка по I ступени высшего образования инженеров-системотехников по специальности «Информационные системы и технологии (в обеспечении промышленной безопасности)», ИСиТ (в ОПБ). Эта специальность представляет особый интерес и является чрезвычайно актуальной в условиях все возрастающих требований по обеспечению защищенности жизненных интересов технологического персонала, а также населения и общества в целом от аварий на опасных промышленных объектах. Сегодня увеличивается потребность в высококвалифицированных специалистах, осуществляющих разработку и эксплуатацию инженерных систем промышленной безопасности.

Еще при разработке ОС специальности был сделан упор на то, что инженер-системотехник промышленной безопасности должен быть подготовлен к решению задач по эксплуатации систем, действующих в комплексе мер по обеспечению безопасности технологических процессов, кроме того, специалист должен учитывать в своей работе человеческий фактор, т. е. иметь глубокие знания в области инженерной психологии и эргономики.

Получив глубокие знания в области информационных технологий, разработки программных средств и информационных систем, выпускник ориентирован на использование этих знаний и практических навыков для решения проблем по разработке информационных систем, действующих в комплексе мер по обеспечению промышленной безопасности для прогнозирования и предотвращения аварий в промышленности (в частности, на предприятиях машиностроения, химической промышленности, энергетики, атомной энергетики, в банковской сфере и т. д.).

Специалисты проходят подготовку по трем комплексам дисциплин: IT-профиля, промышленной

безопасности и инженерно-психологического профиля (таблица 2).

Полученные в результате изучения специальных дисциплин знания использованы для разработки информационных систем, обеспечивающих в режиме реального времени: контроль параметров элементов технологических схем промышленной безопасности; информационную связь между этими элементами; информационную связь между специальными системами контроля промышленной безопасности; анализ состояния специальных узлов промышленно-технологического оборудования; мониторинг параметров надежности этих узлов; прогнозирование вариантов отказов и сбоя промышленно-технологического оборудования на основе анализа их параметров; прогнозирование аварийных последствий этих отказов; тестирование персонала, обслуживающего потенциально опасное промышленно-технологическое оборудование.

Таким образом, специалист получает глубокие знания принципов, методов и средств обеспечения промышленной безопасности. Кроме того, он получает знания законов эргономики (инженерной психологии) и является специалистом в области человеческого фактора.

Практику студенты проходят в IT-компаниях Парка высоких технологий, где сейчас насчитывается около 190 организаций, в IT-отделах банков, в НИИ и на промышленных предприятиях. Производственная практика помогает им освоить современные информационные технологии и решения.

Изучение указанных выше дисциплин способствует формированию профессиональной компетентности специалиста, а также является основой для последующего обучения на II ступени высшего профессионального образования (в магистратуре).

Итоговая аттестация выпускника подразумевает защиту дипломного проекта инженерного профиля и позволяет определить теоретическую и практическую готовность выпускника к выполнению профессиональной деятельности. Содержание дипломного проекта может стать основой диссертационной работы на II ступени высшего образования. В таблице 3 приведены примеры дипломных проектов (работ) по специальностям И-ПОИТ и ИСиТ (в ОПБ).

Таблица 2

Основные дисциплины для подготовки инженеров-системотехников специальности ИСиТ (в ОПБ)

| Дисциплины IT-профиля                     | Дисциплины промышленной безопасности     | Дисциплины психологического профиля                            |
|---|--|--|
| Операционные системы                      | Основы промышленной безопасности         | Психология восприятия информации                               |
| Системное программное обеспечение         | Электронные элементы систем безопасности | Эргономика информационных систем                               |
| Объектно-ориентированное программирование | Схемотехника                             | Социотехнические системы                                       |
| Сетевые технологии                        | Безопасность промышленных производств    | Проектирование информационных систем промышленной безопасности |

## Примеры дипломных проектов студентов

| Название дипломных проектов (работ)  |  |
|--|--|
| <i>1-58 01 01 – Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий</i>                  |  |
| 1.   | Эргономическое обеспечение информационной системы торговли бинарными опционами                       |
| 2.   | Функциональное тестирование мобильных приложений   |
| 3.   | Инженерно-психологическое обеспечение интерактивного сервиса обучающегося: мобильное приложение      |
| 4.   | Эргономика автоматизированной системы бронирования билетов   |
| 5.   | Разработка банковского документооборота бизнес-процессов   |
| 6.   | Комплекс компьютерно-стабилометрических диагностических показателей                                  |
| <i>1-40 05 01-09 – Информационные системы и технологии (в обеспечении промышленной безопасности)</i> |  |
| 1.   | Обеспечение информационной безопасности: программный продукт   |
| 2.   | Система автоматизации выбора альтернатив   |
| 3.   | Интерфейс информационной системы оценки профессиональной пригодности человека: браузерное приложение |
| 4.   | Влияние умственных нагрузок на параметры внимания человека   |
| 5.   | Автоматизированная система обработки больших банковских данных                                       |
| 6.   | Роботизированная система мониторинга физических параметров условий труда                             |

II ступень высшего образования. Подготовка на II ступени предполагает углубление общенаучных знаний и знаний в избранной специальности. Как уже отмечалось выше, кафедра осуществляет подготовку по четырем специальностям.

Специальность «Психология труда, инженерная психология, эргономика» формирует знания, навыки и умения научно-педагогической и научно-исследовательской работы. Магистранты получают углубленные знания как по психологическим, так и по техническим отраслям науки. В частности, проводится подготовка по следующим направлениям: инженерно-психологическое и эргономическое проектирование; принципы учета человеческого фактора при проектировании, создание и эксплуатация систем «человек – машина – среда»; методы и модели системного анализа и проектирования; современные программные и аппаратные средства для решения задач в сфере оценки и обеспечения эргономических показателей проектируемых систем «человек – машина – среда».

Специальность «Охрана труда» также формирует знания, навыки и умения научно-педагогической и научно-исследовательской работы. Магистранты получают углубленные знания по следующим направлениям: технические системы и социально-экономический риск; профилактические меры по производственной безопасности и рабочих мест; психология и безопасность труда; обеспечение безопасности и высокого уровня культуры производственной среды; инженерная психология; эргономика и безопасность труда; применение информационных технологий для обеспечения производственной безопасности.

При разработке ОС специальностей магистратуры были определены следующие виды профессиональной компетентности, которые сформируются

у магистра (выпускника) в результате обучения по двум ступеням высшего образования: научно-педагогические и учебно-методические; научно-исследовательские; проектные; организационно-управленческие; практические и экспертно-аналитические; инновационные.

При разработке учебного плана предусмотрены дисциплины на выбор магистранта в объеме до 50 % от количества учебных часов, отводимых на компонент учреждения. К таким дисциплинам относятся: «Эргономическое проектирование систем “человек – машина – среда”», «Промышленная безопасность» и «Социотехнические системы».

Магистранты-выпускники, проявившие способности к научной и педагогической работе, имеют возможность обучения в аспирантуре с последующей защитой кандидатской диссертации. Лучшие диссертационные исследования рекомендуются государственной экзаменационной комиссией и кафедрой для поступления в аспирантуру. Это создает условия для поэтапной подготовки кадров высшей квалификации.

Специальность «Управление безопасностью производственных процессов» относится ко II ступени высшего образования с углубленной подготовкой специалиста. Выпускнику присваивается степень магистра техники и технологии. Специалисты, получив глубокие знания в области управления технологическими процессами, информационных технологий, разработки программных средств, инженерной психологии, эргономики, информационных систем, человеческого фактора, ориентированы на использование этих знаний и практических навыков для решения проблем по управлению безопасностью производственных процессов, действующих в комплексе мер по обеспечению промышленной безо-



пасности для прогнозирования и предотвращения аварий в промышленности, для обеспечения безопасности технологического персонала и общества в целом.

Магистру для изучения предоставлены следующие дисциплины: «Эргономика», «Современные технологии управления персоналом», «Технический контроль условий труда», «Специальные технологические процессы», «Электронные системы безопасности», «Информационные технологии управления безопасностью», «Безопасность производственной деятельности», «Защита информации».

Магистр-выпускник с углубленной подготовкой также имеет возможность обучения в аспирантуре при условии сдачи экзаменов кандидатского минимума по специальности аспирантуры.

В этом году кафедра обеспечивает обучение 550 магистрантов. В таблице 4 приведены примеры магистерских диссертаций.

*Подготовка кадров высшей квалификации.* На кафедре проводится подготовка аспирантов и соискателей ученой степени кандидатов технических наук по различным специальностям: 19.00.03 – Психология труда, инженерная психология, эргономика, технические науки; 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения; 05.26.01 –

Охрана труда; 05.26.02 – Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Обучающиеся в аспирантуре овладевают методами и средствами научных исследований, выполняют научные исследования по актуальной теме в соответствии с избранной специальностью соответствующей отрасли науки, систематизируют и обобщают полученные результаты с целью подготовки и представления к защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. В этом году кафедра обеспечивает обучение 50 аспирантов.

Защита кандидатских диссертаций осуществляется на Совете по защите кандидатских диссертаций по двум отраслям науки: психологической и технической (см. рис. 1).

В таблице 5 приведены примеры кандидатских диссертаций, разработанные в разное время с участием сотрудников кафедры. Впервые создана нормативная база для возможности защит кандидатских диссертаций по специальности «Психология труда, инженерная психология, эргономика» (технические науки). Ряд выпускников аспирантуры получили дипломы «Исследователь» и готовятся к защитами кандидатских диссертаций. Идет накопление научного потенциала кафедры и активное формирование ее научной школы.

Таблица 4

#### Примеры магистерских диссертаций

| Название магистерских диссертаций  |
|--|
| <i>1-23 80 08 – Психология труда, инженерная психология, эргономика</i>  |
| 1. Инженерно-психологическое обеспечение систем информационной аутентификации пользователей в мультисервисной среде                  |
| 2. Информационные технологии мониторинга и прогнозирования стрессоустойчивости административно-управленческого персонала Минскэнерго |
| 3. Влияние когнитивной и информационной нагрузки на результативность человеко-машинного взаимодействия                               |
| 4. Юзабилити информационной банковской системы счетов  |
| 5. Совершенствование пользовательского интерфейса сайта центра информационных технологий   |
| 6. Развитие методологических основ профессионального психофизиологического мониторинга операторов железнодорожного профиля           |
| <i>1-58 81 01 – Управление безопасностью производственных процессов</i>  |
| 1. Управление рисками персонала оптических тонкопленочных производств  |
| 2. Управление безопасностью процессов реактивного магнетронного распыления   |
| 3. Оптимизация условий труда на предприятии N: отделы разработок   |
| 4. Обеспечение безопасности процессов передачи зашифрованных персональных данных   |
| 5. Мониторинг безопасности производственной деятельности   |
| 6. Повышение безопасности банковских информационных систем   |
| <i>1-59 80 01 – Охрана труда</i>   |
| 1. Оценка опасности производственных объектов: мобильное приложение на платформе IOS   |
| 2. Анализ и повышение эффективности трехступенчатого контроля за соблюдением требований охраны труда производственного предприятия М |
| 3. Режимы релаксации и восстановление работоспособности сотрудников компании Z   |
| 4. Безопасность строительно-монтажных работ сетей связи  |
| 5. Улучшение условий труда металлообрабатывающего производства   |
| 6. Светотехнические условия труда в помещениях департамента охраны   |

Примеры успешно защищенных кандидатских диссертаций по различным специальностям

| Название диссертации  | Специальность  |
|---|--|
| 1. Снижение профессиональных рисков на основе комплексной системы управления безопасностью труда на предприятиях химической промышленности                              | 05.26.01 – Охрана труда, технические науки                                       |
| 2. Методы и технические средства анализа функционального состояния пользователей компьютерных систем  | 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения, технические науки |
| 3. Синтез и свойства флуоресцентных нанобиомаркерных комплексов на основе полупроводниковых кристаллов для визуализации клеток и антигенов в биомедицинской диагностике | 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения, технические науки |
| 4. Метод и программный комплекс мониторинга медико-биологических параметров психофизиологического состояния человека  | 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения, технические науки |

### Заключение и перспективы

Экспорт образовательных услуг кафедра обеспечивает путем обучения студентов и магистрантов из 12 стран, среди них Азербайджан, Ирак, Иран, Казахстан, Китай, Ливия, Литва, Палестина, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан. Кафедра открыла набор студентов для обучения по специальности И-ПОИТ на английском языке.

Анализ образовательных стандартов, учебных планов и учебных программ позволяет сделать вывод, что развитие профессиональных компетенций обучающегося в процессе реализации целей многоуровневой системы подготовки в университете наиболее полно происходит на II уровне, а именно в магистратуре. Данное обстоятельство объясняется тем, что на I уровне (в бакалавриате) осуществляется общая подготовка обучающихся, которая предполагает некоторую унификацию учебной деятельности. В аспирантуре (на третьем уровне подготовки) обучающийся работает по индивидуальному плану в рамках индивидуального научного проекта. Другими словами, обучение в бакалавриате дает общетеоретическую базу для дальнейшего освоения выпускником конкретной выбранной им профессии в процессе трудовой деятельности либо в процессе самообразования. Желание выпускника с дипломом бакалавра (инженера-системотехника) в получении дальнейшего образования должно основываться на самостоятельном выборе рода деятельности, а именно практической или научно-педагогической. В случае, если дипломированный специалист обнаруживает в себе склонность к научно-исследовательской и преподавательской работе, то он может продолжить обучение в аспирантуре.

Кафедра является одним из организаторов Международной научно-практической конференции BIG DATA [9]. Подготовленные кафедрой специалисты ориентированы на решение задач цифровой экономики, что соответствует требованиям Декрета Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики» [10]. Кафедра взаимодействует с компаниями ПВТ, постоянно совершенствуя свои учебные планы и программы с учетом перспектив

развития информационных технологий. За последние годы не менее 20 специалистов IT-компаний провели практические занятия со студентами и магистрантами. 70 % выпускников кафедры идут работать в компании ПВТ, остальные – в IT-отделы государственных организаций, предприятий и в банки.

### Список использованных источников

1. Образовательный стандарт ВО. 1-58 01 01 Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий. ОСВО 1-58 01 01-2013. – Введ. 30.08.13. – Минск: Мин-во образования Респ. Беларусь: БГУИР, 2013. – 32 с., с изм. 2017 г.
2. Образовательный стандарт ВО. 1-40 05 01 Информационные системы и технологии. ОСВО 1-40 05 01-2013. – Введ. 30.08.13. – Минск: Мин-во образования Респ. Беларусь: БГУИР, 2013. – 46 с.
3. Образовательный стандарт ВО. 1-59 81 01 Управление безопасностью производственных процессов ОСВО 1-59 81 01-2013. – Введ. 30.08.13. – Минск: Мин-во образования Респ. Беларусь: БГУИР, 2013. – 14 с., с изм. 2017 г.
4. Образовательный стандарт ВО. 1-59 81 01 Охрана труда ОСВО 1-59 81 01-2012. – Введ. 01.09.12. – Минск: Мин-во образования Респ. Беларусь: БГУИР, 2012. – 16 с., с изм. 2017 г.
5. Образовательный стандарт ВО. ОСВО 1-23 80 08-2012 Психология труда, инженерная психология, эргономика ОСВО 1-23 80 08-2012. – Введ. 24.08.12. – Минск: Мин-во образования Респ. Беларусь: БГУИР, 2012. – 22 с., с изм. 2017 г.
6. Инженерно-психологическое обеспечение информационных технологий / В. Е. Борисенко [и др.] // Вышэйшая школа. – 2005. – № 4. – С. 18–20.
7. Подготовка специалистов в области инженерной психологии и эргономики / Л. А. Вайнштейн [и др.] // Наука и инновации. – 2014. – № 7. – С. 26–28.
8. О программе Erasmus+ – Офис Erasmus+ в Республике Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://erasmus-plus.belarus.unibel.by/ru/main.aspx?guid=1191>. – Дата доступа: 21.02.2018.
9. Официальный сайт конференции Big Data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bigdataminsk.by/>. – Дата доступа: 21.02.2018.
10. Декрет № 8 «О развитии цифровой экономики» [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал Президента Респ. Беларусь. – Режим доступа: [http://president.gov.by/ru/official\\_documents\\_ru/view/dekret-8-ot-21-dekabrya-2017-g-17716/](http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/dekret-8-ot-21-dekabrya-2017-g-17716/). – Дата доступа: 21.02.2018.