

## 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 Лиля (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 сбоев 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.] // Высшая 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-dekabrja-2017-g-17716/](http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/dekret-8-ot-21-dekabrja-2017-g-17716/). – Дата доступа: 21.02.2018.