

DOI 10.25588/CSPU.2019.153.7.004

УДК 378.016

ББК 74.48

**М. Д. Даммер<sup>1</sup>, Н. В. Зубова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ORCID № 0000-0002-0829-2285

Профессор, доктор педагогических наук,  
профессор кафедры физики и методики обучения физике,  
Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический  
университет, г. Челябинск, Российская Федерация.

*E-mail: dammermd@yandex.ru*

<sup>2</sup>ORCID № 0000-0002-8112-1378

Доцент, кандидат педагогических наук,  
и. о. заведующего кафедрой физико-математических дисциплин,  
Трехгорный технологический институт — филиал ФГАОУ ВО  
Национальный исследовательский ядерный университет  
«Московский инженерно-физический институт»,  
г. Трехгорный, Челябинская область, Российская Федерация.

*E-mail: na448@yandex.ru*

## **РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО КЕЙСА ПО ТЕМЕ «АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА» КУРСА ФИЗИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА**

### **Аннотация**

*Введение.* В статье описан пример реализации комплексной кейс-технологии при изучении раздела «Атомная и ядерная физика» студентами технического вуза. Выбор темы кейса обусловлен её значимостью в будущей профессиональной деятельности студентов. Комплексный кейс состоит из трех разделов, реализуемых на различных этапах технологии и способствующих поэтапному решению ситуационной задачи, основанной на профессионально ориентированной проблеме. Цель исследова-

ния заключается в дальнейшей разработке содержательного наполнения комплексной кейс-технологии обучения физике студентов технического вуза. Научная новизна результатов исследования заключается в разработке содержания кейса по теме «Атомная и ядерная физика» курса физики технического вуза.

*Материалы и методы.* В исследовании были использованы теоретические методы: анализ специальной литературы по атомной и ядерной физике о методах исследования в данной области науки; конкретизация структурно-функциональной модели комплексной кейс-технологии применительно к заданной теме; проектирование комплексного кейса по атомной и ядерной физике для студентов технического вуза. В качестве основного материала на данном этапе исследования послужила исходная модель комплексной кейс-технологии. Эмпирические методы: апробация комплексного кейса, статистические методы обработки данных апробации. В качестве материалов на данном этапе исследования послужили: разработанное содержание кейса и соответствующие учебные материалы, данные апробации комплексного кейса.

*Результаты.* Представлено содержание нового комплексного кейса по теме «Атомная и ядерная физика». Описана деятельность преподавателя и студентов на этапах кейс-технологии. Представлены результаты апробации нового содержания в Трехгорном технологическом институте, филиале ФГАОУ ВО Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт».

*Обсуждение.* Приводится анализ результатов апробации нового содержания комплексного кейса. Описывается методика обработки экспериментальных данных. На основе анализа результатов апробации нового содержания комплексного кейса

формулируются выводы о целесообразности представленного содержания, о влиянии технологии в целом на результаты обучения студентов и формирование у них основных профессиональных компетенций.

*Заключение.* Обобщаются методика разработки комплексного кейса и способы его реализации на различных этапах технологии. Формулируются выводы о новизне и значимости результатов исследования.

**Ключевые слова:** кейс-технология; ситуационная задача; студент; технический вуз; физика.

**Основные положения:**

– подготовка высококвалифицированных инженерных кадров требует фундаментальной подготовки студентов технических вузов по физике. Одновременно обучение данной дисциплине должно быть практико-ориентированным. Реализации данных требований способствует комплексная кейс-технология, содержание которой строится на ситуационной задаче, описывающей профессиональную проблему реального производства;

– одновременное освоение фундаментальных знаний и их практического применения происходит в разделах кейса (практическом, обучающем, научно-исследовательском), позволяющих реализовать постепенно усложняющиеся виды деятельности студентов;

– завершающий этап комплексной кейс-технологии предполагает выполнение проекта по конструированию востребованного на производстве технического устройства, отличающегося своей новизной. Разработка конструкции и создание технического устройства, представление и защита проекта способствуют формированию основных профессиональных компетенций будущих инженеров.

## 1 Введение (Introduction)

Для повышения качества результатов обучения физике в технических вузах многие исследователи предлагают использовать практико-ориентированный подход. Мы предлагаем использовать кейс-метод для решения профессионально-ориентированных проблем, непосредственно связанных с будущей деятельностью студентов. Однако, рассматривая даже проблемы прикладного характера в обучении физике, мы не в состоянии их решить, не обладая фундаментальными знаниями по дисциплине. Таким образом, в обучении физике будущих инженеров необходимо «взвешенное» соотношение фундаментального и прикладного.

Для удовлетворения современных требований к результатам сформированности основных профессиональных компетенций будущих бакалавров инженерного производства при обучении физике целесообразно использовать усовершенствованный кейс-метод в виде комплексной кейс-технологии обучения физике. Системообразующим фактором такой технологии будет являться ситуационная задача, основанная на профессионально ориентированной проблеме и поэтапно решаемая в разделах кейса. Комплексность технологии определяется: возможностью решения профессионально ориентированных проблем на основе знаний и умений по физике, возможностью использования последних в специальных дисциплинах; применимостью на протяжении всей темы, а не на заключительном этапе изучения отдельных вопросов курса физики; сложной структурой содержания, при изучении разделов которого реализуются различные виды деятельности студентов посредством решения физических задач разного вида. Таким образом, если обычно кейс-технология направлена на

применение знаний по дисциплине в решении профессиональных проблем лишь на заключительном этапе изучения темы, то комплексная кейс-технология позволяет сочетать обучение основам наук и применение фундаментальных знаний в прикладной области (профессиональной деятельности) на протяжении всей темы.

## **2 Материалы и методы (Materials and methods)**

В процессе были использованы следующие методы:

### **– теоретические:**

1. Анализ специальной литературы по атомной и ядерной физике о методах исследования в данной области науки. Использование данного метода позволило сформулировать ситуационную задачу для комплексного кейса, отражающую одну из актуальных проблем ядерной промышленности — сферы будущей профессиональной деятельности выпускников Трехгорного технологического института;

2. Конкретизация структурно-функциональной модели комплексной кейс-технологии применительно к заданной теме для проектирования содержания кейса по атомной и ядерной физике. Основные материалы на данном этапе исследования — исходная модель комплексной кейс-технологии и отобранное содержание предметного материала;

3. Проектирование комплексного кейса по атомной и ядерной физике для студентов технического вуза с целью разработки нового содержания обучения;

### **– эмпирические:**

4. Апробация комплексного кейса, предполагающая обучение студентов на основе разработанного содержания. Используемые материалы: разработанное содержание кейса и соответствующие учебные материалы;

5. Статистические методы обработки данных апробации. В качестве материалов на данном этапе исследования послужили данные апробации комплексного кейса.

### **3 Результаты (Results)**

Представим разработанное содержание комплексного кейса по теме «Радиоактивность» из раздела «Атомная и ядерная физика». Эта тема имеет большое значение для выпускников нашего вуза, входящего в ассоциацию высших учебных заведений «Консорциум опорных вузов Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»». Мы готовим специалистов инженерно-технических специальностей, способных к техническому творчеству и инновационному мышлению, проявляющих интерес к вопросам ядерной промышленности и высоким технологиям. Таким образом, рассматриваемая тема имеет непосредственное отношение к будущей профессиональной деятельности студентов.

К структурным компонентам деятельности студентов по реализации комплексной кейс-технологии относим: восприятие ситуационной задачи, поэтапную формализацию отдельных частей ситуационной задачи, выдвижение гипотезы проектной деятельности, планирование и проведение проектной деятельности, анализ результатов проектной деятельности, использование результатов решения ситуационной задачи.

Опишем содержание отдельных этапов комплексной кейс-технологии.

Перый этап — представление текста ситуационной задачи; ознакомление с требованиями и условиями, предъявляемыми в ситуационной задаче.

«В настоящее время любой образованный человек имеет полное понимание как о благоприятных сторонах использования

явления радиоактивности — например, в ядерной индустрии, медицине, — так и негативных, связанных с загрязнением окружающей среды и нанесением угрозы жизни и здоровью человека и всему живому на планете» [1].

Человек проживает в условиях неиссякаемых излучений различных видов. Естественный радиационный фон пронизывает все, живущее на земле и в ее недрах. Поэтому следует правильно понимать, что такое радиация. Малые дозы радиоактивного излучения безопасны, переносятся человеком без критических последствий. Большие дозы радиации, к сожалению, могут привести к летальному исходу.

Следование основным законам и принципам радиационной безопасности, установленным в Федеральном законе «О радиационной безопасности населения», обеспечит обитателей нашей планеты необходимой радиационной защитой [2].

Большую угрозу человеческому организму представляет работа на предприятиях ядерного оружейного комплекса. Работник промышленных площадок подвергает свою жизнь опасности. Для обеспечения радиационной безопасности на таких предприятиях необходим грамотный подход к системе технических процедур, организуемых и осуществляемых на ядерных объектах. Безопасность предполагает исключение возможностей губительного воздействия на жизнь человека и окружающую природу. Осуществляется медицинский осмотр кадров, тесно связанных с хранением ядерной продукции, а также с использованием ядерных технологий (реакторами, хранилищами ядерных отходов, хранением и эксплуатацией ядерного оружия), на предмет переноса радиоактивных нуклидов по территории предприятия [3].

На производственных площадках ядерно-оружейного комплекса Приборостроительного завода города Трехгорный в течение рабочей смены происходит перемещение персонала предприятия, в том числе и лиц, контактирующих с источниками ионизирующего излучения. Чтобы максимально исключить возможные переносы ионизирующих частиц за пределы промышленной площадки, необходимо проходить дополнительный тест-контроль. Требуется исключить возможность распространения радиоактивных частиц, оседающих на одежде, обуви и личных вещах персонала промышленной зоны ядерного оружейного комплекса. Для этого нужно разработать конструкцию соответствующего дозиметра со сменными экранами и изготовить его.

Особенностью в конструкции дозиметра является наличие сменного экрана. Его необходимость обусловлена тем, что энергетический спектр ионизирующих излучений обладает широким диапазоном. Существующие широко используемые дозиметры чувствительны к определенному диапазону энергетического сектора. Предлагаемую конструкцию можно дополнить наличием сменных экранов, которые проявляют селективные свойства по энергетическому сектору регистрируемого излучения. Помимо этого, в разрабатываемом дозиметре, в отличие от многих, для обработки измерительных сигналов планируется использование микроконтроллера, который осуществляет счет импульсов с датчика, формирует сигналы для цифрового индикатора и выполняет интерфейсные функции прибора.

На первом этапе происходит осмысление ситуационной задачи, выделение описанного в задаче технического объекта — дозиметра. Он является устройством, которое предстоит изготовить студентам в последующей проектной деятельности.



После постановки профессионально ориентированной проблемы студентам следует перейти к самостоятельному освоению материала [4]. Для этого необходимо разобраться в видах радиоактивного излучения, влияния различных источников радиации на организм человека [5]. Сформулировать свои вопросы по данной теме и дать на них ответы.

Контроль знаний на данном этапе предполагает ответы студентов на следующие вопросы:

1. Какие литературные источники содержат информацию об объекте, отображенном в ситуационной задаче? Какую информацию несут в себе эти источники?
2. В чем суть ситуационной задачи?
3. Какова значимость проблемы, представленной в ситуационной задаче?

Поэтапная формализация отдельных частей ситуационной задачи. На этом этапе для разрешения проблемной ситуации кейса формируются умения решать задачи различных видов — познавательно-практические (логические), вычислительные и экспериментальные (рисунок 1) [6].



Рисунок 1 — Содержательный компонент структурной модели обучения физике на основе комплексной кейс-технологии  
 Figure 1 — The substantial component of the structural model of physics education based on the complex case technology

В практическом разделе кейса студентам можно предложить следующие задачи-проблемы (логические):

1. Куда исчезает энергия  $\alpha$ - частиц при их поглощении воздухом?
2. Почему радиоактивные препараты хранятся в толсто-стенных свинцовых контейнерах?
3. Как объяснить появление  $\beta$ - частиц при радиоактивном распаде ядер?
4. Почему электровакуумная аппаратура в условиях радиоактивного излучения работает лучше, чем полупроводниковая?

Решение проблемных (логических) задач позволяет студентам понять суть явления радиации. Они побуждают учащихся к самостоятельному осмыслению проблемы и ее решению. Эти уме-

ния помогут выбирать необходимую научно-техническую и учебную информацию для разрешения профессионально-ориентированной проблемы. В обучающем разделе кейса студенты учатся строить математические модели, описывающие явления на основе законов физики. Решение вычислительных задач по теме «Радиация» поможет студентам осознать сущность и закономерности явления радиоактивности, освоить умения определять состав и характеристики атомных ядер, находить массу и энергию связи ядра, ядерных сил, ядерных реакций, а также познакомит с методом измерения энергии, основанном на эффекте Мессбауэра.

Этот раздел кейса способствует формированию у студентов умения строить математические модели для решения ситуационной задачи, выполнять расчеты физических данных.

Научно-исследовательский раздел кейса включает в себя экспериментальные задачи, которые могут стать важным средством развития исследовательских навыков и умений [6].

В курсе «Атомная и ядерная физика» студентам можно предложить проведение лабораторного эксперимента по изучению свойств излучений, измерение интенсивностей фона и бета-лучей в магнитном поле. Этот эксперимент поможет студентам оценить качественные и количественные характеристики радиоактивного элемента.

В исследовательской работе для изучения поглощения веществом радиоактивного излучения используется установка, блок-схема которой приведена на рисунке 2.

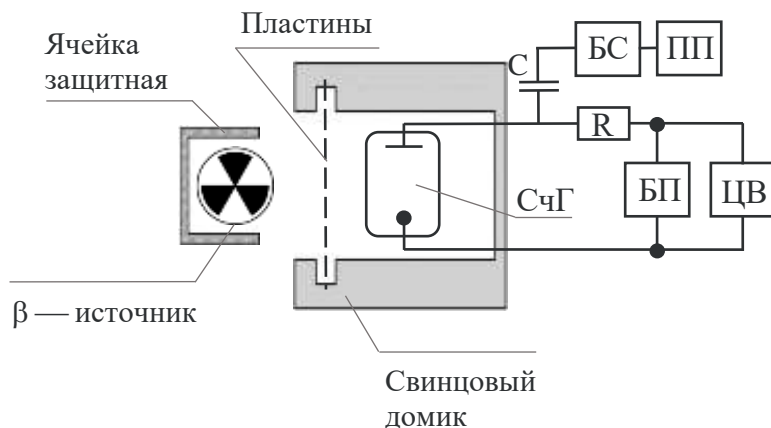


Рисунок 2 — Блок-схема установки

Figure 2 — Installation block diagram

Радиоактивный препарат помещают в защитную ячейку. Ячейка устанавливается на свинцовый домик. Для регистрации бета-частиц используется счетчик Гейгера-Мюллера (СчГ). Рабочая поверхность счетчика находится внутри свинцового домика. На него подается напряжение от высоковольтного блока питания БП, а контроль осуществляется с помощью цифрового вольтметра ЦВ.

Импульсы напряжения, возникающие на счетчике при попадании радиоактивных частиц, поступают через блок согласования БС на пересчетный прибор ПП, осуществляющий подсчет числа импульсов за заданный временной интервал. Блок согласования БС необходим для стыковки счетчика Гейгера, обладающего высоким сопротивлением, с низкоомным входом ПП.

С помощью установки студенты выполняют следующие задания:

- 1) определяют интенсивность фона бета-излучения по числу импульсов при заданном напряжении на счетчике Гейгера;

2) определяют интенсивность бета-лучей, прошедших через слой поглощающего вещества.

Для определения интенсивности фона в отсутствии бета-излучения следует установить на счетчике Гейгера напряжение и с помощью пересчетного устройства определить число импульсов за время экспозиции. Выполняя это задание, студенты смогут оценить допустимые пределы естественного радиационного фона в помещении, определить связь системных и внесистемных единиц доз измерения.

Второе задание эксперимента позволит студентам рассчитать экранирование этого излучения с помощью пересчетного прибора, меняя пластины исследуемого материала. Анализ результатов выполнения этого задания позволит учащимся оценить значимость экранирования различных поверхностей при возникновении радиационной опасности на предприятии, принять меры по его предупреждению.

После выполнения экспериментальной части заданий студентам можно предложить провести мысленный эксперимент. Он представляет собой классический опыт по обнаружению качественных характеристик ионизирующего излучения [2]. Эта работа сформирует у учащихся базовые знания, необходимые в курсе «Атомная и ядерная физика» при изучении темы «Радиоактивность».

Для изучения и количественного и качественного описания характеристик альфа-, бета- и гамма-излучений студентам предстоит заполнить таблицу 1.

Таблица 1 — **Виды излучений**

Table 1 — **Types of radiation**

Таблица 1

Ионизирующее излучение	Ионизация среды	Проникающая способность	Пример проникающей способности	Природа излучения
$\alpha$	Опасность излучения для окружающей природы (описать)	Минимальная (в сравнении с другими видами излучения). В чем выражается?	Бумага – (?) мм Пробег в воздухе (?) см Алюминий – (?) мм Влияние на человека	Поток атомных ядер гелия ${}^4_2\text{He}$ $v = 14000 - 20000 \text{ км/с}$
$\beta$	Сравнить степень ионизации среды с другими излучениями	Чуть больше $\alpha$ излучения. Произвести сравнение	Картон – (?) мм Пробег в воздухе (?) см Свинец – (?) см Воздействие на человека	Поток электронов ${}^0_{-1}\text{e}$ $v \approx 300000 \text{ км/с}$
$\gamma$	Сопоставить степень ионизации среды с другими излучениями	Максимальная (в сравнении с другими видами излучения). Произвести сравнение	Алюминий – (?) см Пробег в воздухе (?) м Свинец – (?) см Как пронизывает организм человека?	Поток коротких электромагнитных волн (фотонов) $v = 300000 \text{ км/с}$

Выполняя экспериментальные задания, студенты приобретают умения: наблюдать и изучать явление радиоактивности; описывать результаты наблюдений; выдвигать гипотезы; выполнять измерения; представлять результаты измерений в виде таблиц и графиков; самостоятельно находить и анализировать информацию; интерпретировать результаты экспериментов; представлять проектную деятельность; делать выводы из полученных результатов [6].

Решение вычислительных задач на практических занятиях позволит студентам освоить умения, значимые для последующей проектной деятельности. Здесь они научатся следовать логическим операциям для разрешения профессионально-ориентированной проблемы; выстраивать математические модели для последующего решения ситуационной задачи.

Второй этап — планирование и проведение проектной деятельности. Эта часть образовательного процесса осуществляется в научно-исследовательском разделе кейса, который включает в себя: выдвижение гипотезы, планирование и выполнение исследования, анализ результатов проектной деятельности.

Построение гипотезы исследования поможет студентам осознать важность разработки физического устройства (дозиметра). Дозиметры представляют собой приборы для измерения экспозиционной и поглощенной дозы, эквивалента дозы фотонного или нейтронного излучения, а также измерение мощности перечисленных величин. Одним из измерителей может служить счетчик Гейгера-Мюллера: он служит для дозиметрического контроля уровня радиации и измеряет дозу радиации за счет подсчета количества ионизирующих частиц, проходящих через его рабочую камеру [2]. Именно этот чувствительный элемент

является главной деталью любого дозиметра. Студентам следует разобраться в принципе работы регистрирующего устройства (рисунок 3).

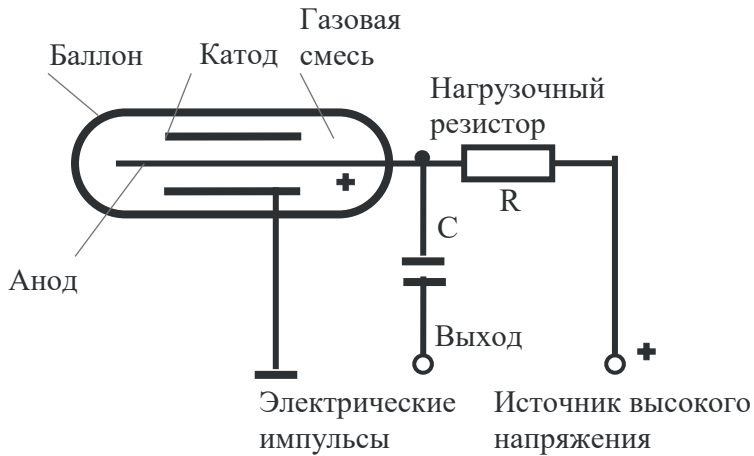


Рисунок 3 – Схема включения счетчика Гейгера

Figure 3 – Scheme of a Geiger counter's inclusion

После изучения принципа действия счетчика Гейгера студентам следует разработать конструкцию дозиметра для измерения радиационного излучения в помещениях. Этот прибор служит для обеспечения сохранности жизни персонала, работающего на ядерно-оружейном предприятии (рисунок 4).





Рисунок 4 — Дозиметр на принципе работы счетчика Гейгера-Мюллера

Figure 4 — Dosimeter on the Geiger-Muller counter's operation principle

При работе с научно-исследовательским разделом кейса студентам необходимо освоить следующие виды деятельности:

- 1) реферативную;
- 2) проектировочно-конструкторскую;
- 3) экспериментальную;
- 4) репрезентативную [6].

В процессе реферативной деятельности по теме «Радиоактивность» студентам можно предложить изучение литературы по проблеме дозиметрии. Это позволит студентам описать различные области использования радиации, применение дозиметров в быту и в различных областях промышленности.

Проектно-конструкторская деятельность предполагает разработку плана действий для создания дозиметра, который включает в себя разработку блок-схемы, принципиальной электрической схемы, создание опытного образца и его апробацию. Важной частью этой деятельности является выбор материала для изготовления экранов и расчет их экранирующих способностей. Для обеспечения работоспособности нашего дозиметра необходимо исследовать возможность разработки математической модели обработки измерительных сигналов для определения изотопного состава.

Экспериментальная деятельность учащихся по изучению радиоактивности направлена на количественное описание технических характеристик изготовленного устройства, исследование его возможностей.

Репрезентативная деятельность завершает исследовательскую работу, предполагая описание проекта и подготовку к его защите.

В процессе проектной деятельности у студентов формируются профессионально-значимые умения, такие, как:

- 1) выполнение новых разработок на основе изучения современной научно-технической информации;
- 2) составление описаний проводимых исследований, сбор данных для составления отчетов;
- 3) проведение экспериментов по разработанной методике и анализ результатов исследования;
- 4) участие в разработке функциональных и структурных схем приборов с определением физических принципов действия устройств, их структур, и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы.

Выполненная проектная деятельность позволит студентам ответить на следующие вопросы:

1. Какие альтернативные пути решения ситуационной задачи можно предложить?
2. Какие альтернативные технические изобретения могут помочь в решении профессионально ориентированной проблемы, представленной в ситуационной задаче?
3. Какими характеристиками обладает технический объект (дозиметр)?
4. Какие физические процессы и явления лежат в основе функционирования исследуемого объекта?
5. Насколько правильно спланирован эксперимент для реализации проектной деятельности по разрешению проблемы кейса?

Важным этапом после выполнения проектной деятельности является подведение итогов — дебрифинг. Его цель — оценить знания, умения и навыки, приобретенные в ходе проектной деятельности. Студентам необходимо осознать, чему же они научились. В результате дебрифинга устанавливается соотношение между первоначальными целями и окончательными результатами.

Дебрифинг выполняет следующие функции:

- 1) исключить возникшие противоречия и исправить ошибки;
- 2) развивать способности студентов к наблюдению, самоанализу и публичной демонстрации при защите проекта;
- 3) сопоставить полученные выводы с первоначально поставленными целями и задачами исследования;
- 4) разрешить профессионально-ориентированную проблему средствами проведенного эксперимента;

5) усвоить полученную в ходе исследования научно-техническую информацию;

6) определить альтернативные способы решения проблемы при подготовке к докладу по защите проекта [4].

Дебрифинг позволяет абстрагироваться от содержания ситуации и поразмышлять о происходящем, а также проверить свои умения наблюдать и анализировать возможности разрешения ситуации. Сопоставляя поставленные цели и полученные результаты, студенты реализуют миссию инженера, чей труд, как известно, оценивается по результату.

Научно-исследовательский раздел кейса позволяет студентам оценить значимость полученных результатов исследования, обобщить знания, полученные при решении ситуационной задачи для возможного дальнейшего решения других подобных профессионально значимых задач в курсе общей физики технического вуза. Студенты, осуществившие эту деятельность, могут сами организовывать тьюторское сопровождение и участвовать в тьюторском сопровождении других учащихся вузов и школ с целью осуществления проектной деятельности для разрешения схожих профессионально ориентированных проблем. Такой опыт в нашем вузе имеется, и он стал уже хорошей традицией.

На этом этапе студенты приобретают знания и умения, необходимые для получения качественной и количественной оценки решения ситуационной задачи. При этом они разрешают профессионально ориентированную проблему, сформулированную в начале изучения курса «Атомная и ядерная физика».

Основным индикатором результативности методики обучения физике на основе комплексной кейс-технологии является уровень основных профессиональных компетенций студен-

тов, т. е. тех, в формировании которых физика как учебная дисциплина вносит существенный вклад. К последним нами были отнесены следующие значимые для будущих бакалавров инженерного производства профессиональные компетенции:

1) способность принимать естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности (ПК-1);

2) готовность выполнять исследовательскую деятельность, составлять описания проводимых исследований и разрабатываемых проектов, собирать данные для составления отчетов (ПК-2).

К количественным критериям сформированности компетенций были отнесены:

1) коэффициент полноты сформированности знаний,  $X$ ;

2) коэффициент полноты сформированности действий,  $Y$ ;

3) коэффициент полноты сформированности способов деятельности,  $P$ ;

4) коэффициент полноты сформированности компетенций,  $K$ , который рассчитывается по формуле:

$$K = X \cdot K_x + Y \cdot K_y + P \cdot K_p.$$

Коэффициент полноты сформированности знаний  $X$  определялся на основе поэлементного анализа работ студентов (методика А. В. Усовой); коэффициенты полноты сформированности действий  $Y$  и способов деятельности  $P$  — на основе пооперационного анализа результатов деятельности студентов (методика А. В. Усовой). Весовые коэффициенты  $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_p$ , в формуле для расчета коэффициента полноты сформированности компетенции определялись по методике В. П. Симонова [6].

Значения приведенных количественных критериев сформированности компонентов профессиональных компетенций были определены до и после изучения раздела «Атомная и ядерная физика» и представлены в следующей таблице (Таблица 2).

**Таблица 2 — Значения количественных критериев сформированности компонентов профессиональных компетенций**

**Table 2 — Values of quantitative criteria for the components of professional competencies**

Артикул компетенции	Время определения значений критериев	К полноты сформированности компонентов профессиональной компетенции			
		знание	умение	владение	К полноты сформированности компетенций
ПК-1	начало обучения разделу	0,43	0,24	0,17	0,43
	после изучения раздела	0,62	0,27	0,29	0,58
ПК-2	начало обучения разделу	0,28	0,13	0,10	0,26
	после изучения раздела	0,79	0,39	0,29	0,64

#### 4 Обсуждение (Discussion)

Проведенные занятия по реализации комплексной кейс-технологии на основе разработанного содержания показали заинтересованность студентов в решении профессионально ориентированных проблем. Значения количественных критериев сформированности у студентов компонентов основных профес-

сиональных компетенций после изучения раздела больше этих значений в начале апробации нового содержания. Статистическая значимость данных различий нами была проверена критерием Вилкоксона-Манна-Уитни. Во всех случаях эмпирическое значение статистики критерия было больше критического, что свидетельствует о значимости полученных результатов.

## **5 Заключение (Conclusion)**

На основе анализа результатов апробации нового содержания комплексного кейса можно сделать ряд выводов.

Содержание комплексного кейса по атомной и ядерной физике является доступным для студентов, о чем свидетельствуют два фактора. Во-первых, затраченное на изучение раздела время соответствовало предусмотренному учебным планом количеству учебных часов. Данное обстоятельство послужило дополнительным аргументом целесообразности комплексной кейс-технологии обучения физике студентов технического вуза, так как считается, что на реализацию традиционной кейс-технологии требуется достаточно много учебного времени.

Второй фактор — качество знаний и умений студентов по данному разделу курса общей физики и уровень сформированности у них основных профессиональных компетенций.

За время изучения общей физики до представленного комплексного кейса студентами были освоены еще два — по механике и электромагнетизму. Единая структура содержания и этапов технологии способствовали более успешному изучению фундаментальных понятий и законов. При этом на каждом этапе технологии и в каждом разделе кейса рассматриваются возможности практического применения теоретических знаний, а сту-

денты вместе с теорией осваивают экспериментальную и конструкторскую деятельность.

Системное использование комплексной кейс-технологии в обучении физике в техническом вузе имеет еще один значимый результат: в лучшую сторону изменяется отношение студентов к физике как учебной дисциплине. Они понимают роль физики в развитии техники, её тесную связь со спецдисциплинами, значимость фундаментальных физических знаний в своей будущей профессиональной деятельности.

### **6 Благодарности (Acknowledgments)**

Статья выполнена в рамках научного проекта «Технология продуктивного обучения в методической подготовке будущего учителя физики» Комплексной программы и плана научно-исследовательской, проектной и научно-организационной деятельности Научного Центра Российской Академии Образования на базе Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета на 2018-2020 годы.

Авторы выражают благодарность руководству Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета за предоставленную возможность проведения научного исследования по проблеме разработки комплексной кейс-технологии обучения студентов, а также руководству Национального инженерно-исследовательского университета «МИФИ» за предоставленную возможность апробации разработанных материалов.

### **Библиографический список**

1. Вишневский Ю. Г. Безопасность России. Регулирование ядерной и радиационной безопасностью : монография. Москва, 2003. – 240 с.



2. Кривых И. Е. Актуальные вопросы подготовки работающего населения в области безопасности жизнедеятельности, в т. ч. по теме радиационная безопасность // Экологические последствия чрезвычайных ситуаций: актуальные проблемы и пути их решения : материалы XXII Международной научно-практической конференции по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, 7 сентября 2017 г. Чебоксары, 2017. С. 112–117.

3. Тулеубаев Б. А., Бондаренко А. П. Вопросы радиационной безопасности в сфере жизнедеятельности в зоне влияния СИП // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр : материалы XI Международной конференции, 18–21 сент. 2012 г., Казахстан. Усть-Каменогорск : Восточно-Казахстанский государственный технический университет, 2012. С. 207–210.

4. Даммер М. Д., Зубова Н. В. Методика разработки и апробации комплексной кейс-технологии обучения физике студентов технического вуза // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2018. № 7. С. 52–66.

5. Гуменюк В. И., Ломасов В. Н. Образовательные технологии радиационной безопасности // Высокие интеллектуальные технологии и инновации в национальных исследовательских университетах : материалы Международной научно-методической конференции, 14–15 февраля 2013 г. Санкт-Петербург, 2013. С. 43–45.

6. Лузан Е. Н. Кейс как образовательная технология // Вестник Брянского государственного университета. 2012. № 1-1. С. 137–140.

**M. D. Dammer<sup>1</sup>, N. V. Zubova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ORCID No. 0000-0002-0829-2285

Full Professor, Doctor of Pedagogical Sciences,  
Professor at the Department of Physics and Methods of Teaching  
Physics, South-Ural State Humanities-Pedagogical University,  
Chelyabinsk, Russia.

*Email: dammermd@yandex.ru*

<sup>2</sup>ORCID No. 0000-0002-8112-1378

Docent, Candidate of Pedagogical Sciences,  
Acting Head of the Department of Physics and Mathematics  
Tryokhgornyy Technological Institute National Research  
Nuclear University "Moscow Engineering Physics Institute",  
Trehgornyy, Chelyabinsk region, Russia.  
*Email: na448@yandex.ru*

## **DEVELOPMENT OF A COMPLEX CASE-TECHNOLOGY "ATOMIC AND NUCLEAR PHYSICS" IN A TECHNICAL UNIVERSITY COURSE OF PHYSICS**

### **Abstract**

*Introduction.* The article describes an example of a complex case-technology implementation while studying the section "Atomic and nuclear physics" by students of a technical university. The choice of the case topic is determined by its importance for future professional activity of students. The complex case-technology consists of three units, being implemented at different stages of the given technology, which contributes to the phased solution of the situational problem based on a professionally oriented problem. The purpose of the study is further development of the complex case-technology content while teaching physics in technical university. The scientific novelty of the research results is in the development of the content of the case-technology "Atomic and nuclear physics" during the course of physics in a technical university.

*Materials and methods.* The following theoretical methods were used in the study: analysis of special literature on atomic and nuclear physics, methods of research in this field of science; specification of structural and functional model of

complex case-technology applicable to a given topic; design of a complex case-technology on atomic and nuclear physics for technical students. The basic material at this stage of the study was the initial model of complex case-technology. Empirical methods being used are: approbation of a complex case-technology and statistical methods of data processing approbation. The materials at this stage of the study were: the developed content, the relevant training materials and the approbation data of the complex case-technology.

*Results.* The new complex case-technology content on "Atomic and nuclear physics" has been presented. The lecturer and students' activity at all stages of the case-technology has been described. The approbation results of the new content are presented in Trekhgorny Technological Institute, a branch of the National Research Nuclear University "Moscow Engineering Physics Institute".

*Discussion.* The approbation results analysis of new content of complex case-technology is given. The method of experimental data processing is described. Based on the analysis of testing results of new content complex case-technology study, conclusions were drawn about the relevance of submitted content, technology impact on students learning outcomes and formation of key professional competencies

*Conclusion.* The procedure of complex case-technology development and its implementation methods at different stages are summarized. Conclusions about the novelty and significance of the research results are formulated.

**Keywords:** Case-technology; Situational problem; Student; Technical university; Physics.

### Highlights:

Training of highly qualified engineers requires the fundamental physics training in technical universities. At the same time, physics teaching should be practice-oriented. The implementation of these requirements is facilitated by a complex case-technology which is based on a situational task that describes the professional problem of real production;

The simultaneous development of fundamental knowledge and their practical application takes place in the case-technology sections (practical, educational, research), allowing to realize increasingly complicating types of students' activities;

The final stage of the complex case-technology involves an implementation of a technical design project characterized by its novelty which is demanded in the manufacturing. Design development, technical device creation and project presentation greatly contribute to the formation of the basic professional competencies of future engineers.

### References

1. Vishnevsky Yu.G. (2003), *Bezopasnost Rossii. Regulirovanie yadernoj i radiatsionnoj bezopasnost'u* [Security of Russia. Regulation of nuclear and radiation safety]. *Monographiya*, Moscow, 240 p. (In Russian).
2. Krivykh I.E. (2017), *Aktualnye voprosy podgotovki rabotayushhego naseleniya v oblasti bezopasnosti zhiznedeyatelnosti, v tom chisle po teme radiacionnaya bezopasnost'*. [Actual issues of training the working population in the field of life safety, including on the topic of radiation safety]. *Materialy XXII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferencii po prob-*

lemam zashhity naseleniya i territoriy ot chrezvychaynyh situatsiy "Ekologicheskie posledstviya chrezvychaynyh situatsiy: aktualnye problemy i puti ih resheniya", 7 sentyabrya 2017 g. [Materials XXII International scientific and practical conference on the protection of the population and territories from emergency situations "Ecological consequences of emergency situations: actual problems and ways to solve them", September 7, 2017]. Cheboxary, pp. 112–117. (In Russian).

3. Tuleubaev B.A. & Bondarenko A.P. (2012), *Voprosy radiacionnoy bezopasnosti v sfere zhiznedeyatel'nosti v zone vliyaniya SIP* [Issues of radiation safety in the field of life in the zone of influence of self-supporting insulated pipelines]. *Materialy XI Mezhdunarodnoy konfe-rentsii "Resursovosproizvodyashchiye, malootkhodnyye i prirodookhrannyye tekhnologii osvoeniya nedr"*, 18–21 sentyabrya 2012 g., Kazakhstan [Materials of the XI International Conference "Resource-reproducing, low-waste and environmental technologies for the development of mineral resources", September 18–21, 2012. Kazakhstan]. *Izdatel'stvo Vostochno-Kazakhstanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, Ust'-Kamenogorsk, pp. 207–210. (In Russian).

4. Zubova N.V. & Dammer M.D. (2018), *Metodika razrabotki i aprobatsii kompleksnoy keys-tehnologii obucheniya fizike studentov tekhnicheskogo vuza* [Methodology of development and approbation of complex case-technology of teaching physics to students of technical University] *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. 7, 52–76. (In Russian).

5. Gumenyuk V.I. & Lomasov V.N. *Obrazovatelnye tekhnologii radiacionnoy bezopasnosti* [Educational technologies of radiation safety]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii "Vysokie intellektualnye tekhnologii i*

*innovacii v nacionalnyh issledovatel'skikh universitetah*”, 14–15 fevralya 2013 g. [Materials of the International Scientific and Methodological Conference “High intellectual technologies and innovations in national research universities”, february 14–15, 2013]. St. Petersburg, pp. 43–45. (In Russian).

6. Luzan E.N. (2012), *Keys kak obrazovatel'naya tehnologiya* [Case as an educational technology]. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 1-1, 137–140. (In Russian).

