

# Моделирование процесса обучения естественно-научным дисциплинам на примере биофизического образования для студентов медицинских вузов

**В. Н. Хильманович,**  
заведующий кафедрой медицинской и биологической  
физики, кандидат педагогических наук, доцент,  
Гродненский государственный медицинский  
университет

*В педагогической практике широко применяется моделирование процессов образования и обучения. Для понятия «модель образования и/или обучения» в настоящее время нет однозначного определения и единой классификации. Модель образования имеет более широкий и глобальный смысл в отличие от модели обучения, которая может работать в рамках даже одной учебной дисциплины.*

Модели образования отражают общий подход к образованию, его роль в обществе, например, модель школьного образования и модель высшего образования. В педагогической практике выделены и хорошо известны такие модели образования, как развивающая (В. В. Давыдова, В. В. Рубцова), систематического академического образования (Ж. Мажо, Д. Равича), феноменологическая (А. Маслоу, К. Роджерса), рационалистическая (П. Блума, Р. Ганье), неинституциональная (П. Гудмана, Л. Бернара) и др. Данная классификация моделей не является единственной, она была предложена Н. В. Бордовской и А. А. Реан [1, с. 66–71]. Различные формы и аспекты моделирования процессов обучения, рассмотренные в классических работах С. И. Архангельского [2], И. Я. Лернера [3], В. П. Беспалько [4] и др., дают возможность показать не только элементы самого процесса обучения, но и их содержательную сторону и взаимосвязь между ними. Согласно другой классификации выделяют традиционную, или линейную, поведенческую, конструктивную, когнитивно-педагогическую, эвристическую модели обучения, а также модель Садбери.

Модель линейной передачи информации используется в вузах постоянно при проведении лекций. Примеры использования эвристической модели, например в вузах Республики Беларусь, можно найти в работах А. Д. Короля [5]. Процессы педагогического моделирования применяются для преподавания отдельных дисциплин или их целостных блоков, служат основой для междисциплинарных связей, что отражено, например, в работах Е. Я. Аршанского [6]. Н. С. Радевская в [7] классифицирует модели непрерывного образования, выделяя при этом образование взрослых как отличительную особенность образовательного процесса, который опирается на уже имеющиеся знания и опыт обучающегося. Она выделяет педагогическую, андрагогическую, трансформативную модели обучения, модель открытого дистанционного образования и модель единого образовательного пространства (Е. Д. Марченко). На основании анализа научно-методической литературы можно сделать вывод о том, что с развитием науки и цифровых технологий растет число моделей образования и обучения, как следствие, меняется их классификация.

Широкое и узкое понятия педагогических моделей образования и обучения, с нашей точки зрения, могут трансформироваться. Это зависит от степени обобщения и структурирования содержания образования. Модели образования, как правило, многоуровневые, так как образование характеризуется дифференциацией. Их роль заключается в создании конструкции, в которой четко определены содержание (содержательный компонент), методология (процессуальный компонент) и контрольно-измерительные материалы (контрольно-измерительный компонент). Педагогические модели удобны в использовании, легко поддаются алгоритмизации.

В последние десятилетия в мировом масштабе в высшем медицинском образовании существует проблема разрыва между фундаментальными медицинскими науками, в том числе биофизикой, и клинической медициной. Необходимость непрерывного образования и устранения разрыва рассматривается, например, в работе [8]. Ряд работ [9; 10] позволяет оценить состояние образования в области биомедицинской физики в странах Африки. Подчеркивается возрастающая потребность в специалистах по медицинской физике в системе здравоохранения и важность непрерывного образования в этой области. Адаптация учебных программ, внедрение инноваций в образовательный процесс и акцентирование внимания на междисциплинарных связях – все это необходимые меры для непрерывного совершенствования в современной медицинской физике в некоторых странах Европы [11]. Однако нигде в рамках одного государства для медицинских вузов не предлагается единая модель непрерывного биофизического образования с применением цифровых технологий.

Цель нашего исследования – разработать модель непрерывного биофизического образования в медицинском вузе с применением цифровых технологий. В данном контексте «биофизическое образование» объединит три дисциплины: медицинскую и биологическую физику, биомедицинскую статистику и информационные технологии в здравоохранении. С нашей точки зрения, это позволит сформировать профессиональные и универсальные компетенции будущего врача-специалиста, отвечающего самым высоким требованиям современного общества. Современный врач должен знать не только фундаментальные законы медицинской и биологической физики, которым подчиняются основные процессы в организме человека, но и информатику, поскольку передовая медицинская техника базируется на цифровых технологиях; должен обладать навыками обработки статистических данных результатов научных экспериментов и исследований, так как биомедицинская статистика является неотъемлемой частью доказательной медицины.

Предлагаемая трехмерная дидактическая модель представляет собой фигуру, оси которой формируются по ступеням образования, компонентам образовательного процесса и содержанию биофизического образования, т. е. по дисциплинам, составляющим биофизическое образование. На рис. 1 продемонстрировано соответствие выделенной составляющей части модели (кубик с гранями Ф, Т, 1) пространственным координатам «Содержание биофизического образования» (Ф – физика), «Компоненты биофизического образования» (Т – теория (теоретический блок)), «Ступени образования» (1 – первая ступень). Соответственно С – статистика (в рамках биофизического образования дисциплина называется «Биомедицинская статистика»), И – информатика (в рамках биофизического

образования дисциплины называются «Информационные технологии в здравоохранении» или «Информатика в медицине» в зависимости от специальности), П – практика (практический блок), К – контроль (блок контроля).

Компоненты биофизического образования составляют непосредственно по дисциплинам «Медицинская и биологическая физика», «Биомедицинская статистика» и «Информационные технологии в медицине».

Содержание компонента «Биофизика» формируется в соответствии с типовыми учебными планами по «Медицинской и биологической физике» в рамках каждой медицинской специальности и является основным для биофизического образования. Несмотря на то что будущие врачи изучают дисциплину только один год, содержимое компонента может представлять интерес и на второй ступени образовательного процесса, а также служить хорошим дополнением при повышении квалификации для врачей медико-диагностического профиля.

Компонент «Биомедицинская статистика» необходим в рамках биофизического образования, так как современная доказательная медицина базируется на методах математической статистики. Поэтому на первой ступени медицинского образования основы математической статистики изучались в рамках компонента учреждения высшего образования, а с 2021 г. дисциплина «Биомедицинская статистика» изучается в рамках государственного компонента образовательного стандарта. Вторая ступень медицинского образования предусматривает изучение статистических методов, непосредственно применяемых в медицинских и биологических исследованиях. Курсы повышения квалификации врачей предполагают изучение конкретных методик статистических исследований в рамках узкой специализации.

Компонент «Информационные технологии в здравоохранении» является необходимым для изучения на всех этапах формирования биофизического образования в медицинском вузе. Современное развитие информационных и цифровых технологий предполагает постоянное обучение в области информатизации и цифровизации, особенно для специалиста медицинского профиля. Информационные технологии изучаются также в рамках подготовки магистратуры и курсов переподготовки и повышения квалификации.

Компоненты образовательного процесса представляют собой трехмерную структуру (теоретический блок, практический блок, блок контроля знаний), состоящую из набора отдельных элементов.

**Теоретический блок.** Содержание данного блока соответствует типовым программам дисциплин в разрезе каждой специальности. Теоретический блок представляет собой трехмерную фигуру, оси которой формируются по виду учебной информации, названию

специальности, темам занятий. Виды информации составляют учебные материалы: учебники, учебные пособия, учебно-методические пособия. В отдельный элемент блока выделяются лекции, которые можно разбить на видеолекции, аудиолекции, печатные лекции. Следующий элемент блока составляют статьи, которые делятся на исторические, научные и практические. Каждый элемент блока формируется по году издания и автору.

Схема теоретического блока представлена на рис. 2. На нем демонстрируется соответствие выделенной составляющей части теоретического блока куба с гранями  $I_1$ ,  $T_1$ ,  $L$  пространственным координатам «Вид информации», «Темы занятий», «Специальность». Соответственно  $I_1$  – информация теоретического блока по теме занятия номер 1,  $T_1$  – тема занятия под номером 1,  $L$  – специальность «Лечебное дело». Буква  $P$  на оси «Специальность» обозначает специальность «Педиатрия»,  $D$  – «Медико-диагностическое дело»,  $C$  – «Сестринское дело». Список специальностей, как и тем занятий, можно продолжать в соответствии со спецификацией медицинского вуза.

Элементы блока связаны между собой. Число специальностей, как и число элементов самого блока, может изменяться. Наполнение содержания теоретического блока происходит за счет ресурсов библиотечного фонда медицинского вуза, учебно-методических материалов, разработанных профессорско-преподавательским составом кафедр вуза, и частично осуществляется за счет самообучающихся нейронных сетей. Сбор материалов, выполняемый нейронными сетями, требует дополнительной обработки информации, поскольку сети не могут учитывать особенности и спецификацию вуза.

Привлечение нейронных сетей обусловлено необходимостью получения будущим врачом актуальной информации о последних достижениях науки и техники в области медицины с целью дальнейшего применения своих знаний в практическом здравоохранении. Классические учебники и учебно-методические пособия не могут обеспечивать обучаемых такой информацией. Стремительное развитие научно-технического прогресса всегда сопряжено с запаздыванием печатных изданий. Поиск нужной информации в интернете обучаемым непродуктивен по двум причинам: во-первых, он не имеет достаточной квалификации по дифференциации предлагаемой информации; во-вторых, процесс поиска требует больших временных затрат. Поэтому использование нейросетей в качестве вспомогательного инструмента для формирования информационного блока является актуальным и своевременным.

**Практический блок.** Этот блок формируется из практических заданий, выполняемых с помощью преподавателя (под его непосредственным руковод-

ством), лабораторных работ и «заданий-тренажеров» шаблонных задач по конкретно выбранной теме для самостоятельного решения. Все элементы блока имеют образцы выполнения заданий. Практические задания и «тренажер» делятся на три уровня сложности. Лабораторные работы делятся на экспериментальные (или активные демонстрации), виртуальные и проверочные (рис. 3).

С точки зрения реализации практический блок является самым сложным и трудоемким. Во-первых, оборудование для современного лабораторного практикума по медицинской и биологической физике должно отвечать самым высоким современным требованиям. Во-вторых, такое оборудование является дорогостоящим. Решение финансовой составляющей закупки дорогостоящих физических лабораторных установок возможно совместными усилиями всех медицинских вузов страны. Это создает предпосылки для формирования единой материальной базы. Приборы в привычном для нас виде уходят из физических лабораторий медицинских вузов, уступая место цифровым приборам и виртуальным экспериментам. Но реальный эксперимент с физическими приборами был и остается основным источником для приобретения навыков проведения прямых измерений исследуемых физических величин. Синтез реального и виртуального физических экспериментов в условиях лабораторного практикума для медицинских специальностей является оптимальным и наиболее эффективным решением. Поэтому современное физическое оборудование, на наш взгляд, также должно иметь общую базу для всех медицинских вузов.

Наполнение следующего элемента практического блока напрямую связано с применением цифровых технологий в процессе обучения. Практические разноуровневые шаблонные «задания-тренажеры» реализуются посредством применения программы-генератора, которая разработана на языке программирования  $R$  и позволяет за короткий промежуток времени пополнять банк задач, меняя численное условие. Такого рода инструментарий не только уменьшает временные затраты преподавателя на подготовку практического занятия, но и исключает возможность заучивания правильного ответа у недобросовестных студентов. Опыт использования подобной программы-генератора на языке  $R$  уже применен нами в преподавании основ биомедицинской статистики для студентов всех специальностей в медицинских вузах [12]. Наполнение практического блока ведется по всем дисциплинам биофизического образования, не только по физике, но и по биомедицинской статистике и информационным технологиям в здравоохранении. Лабораторные и практические занятия предусмотрены по всем дисциплинам компонента.

**Блок контроля.** Данный блок формируется из трех элементов: самоконтроля, промежуточного контроля

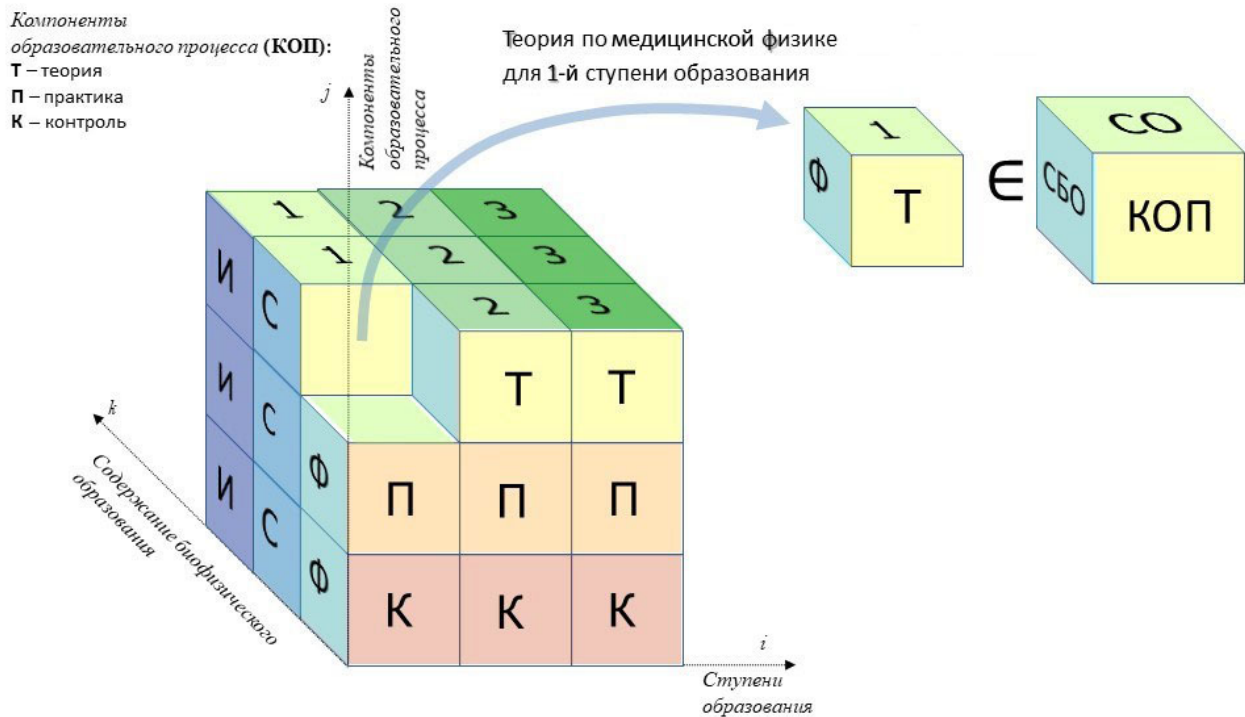


Рис. 1. Дидактическая модель непрерывного биофизического образования в медицинском вузе

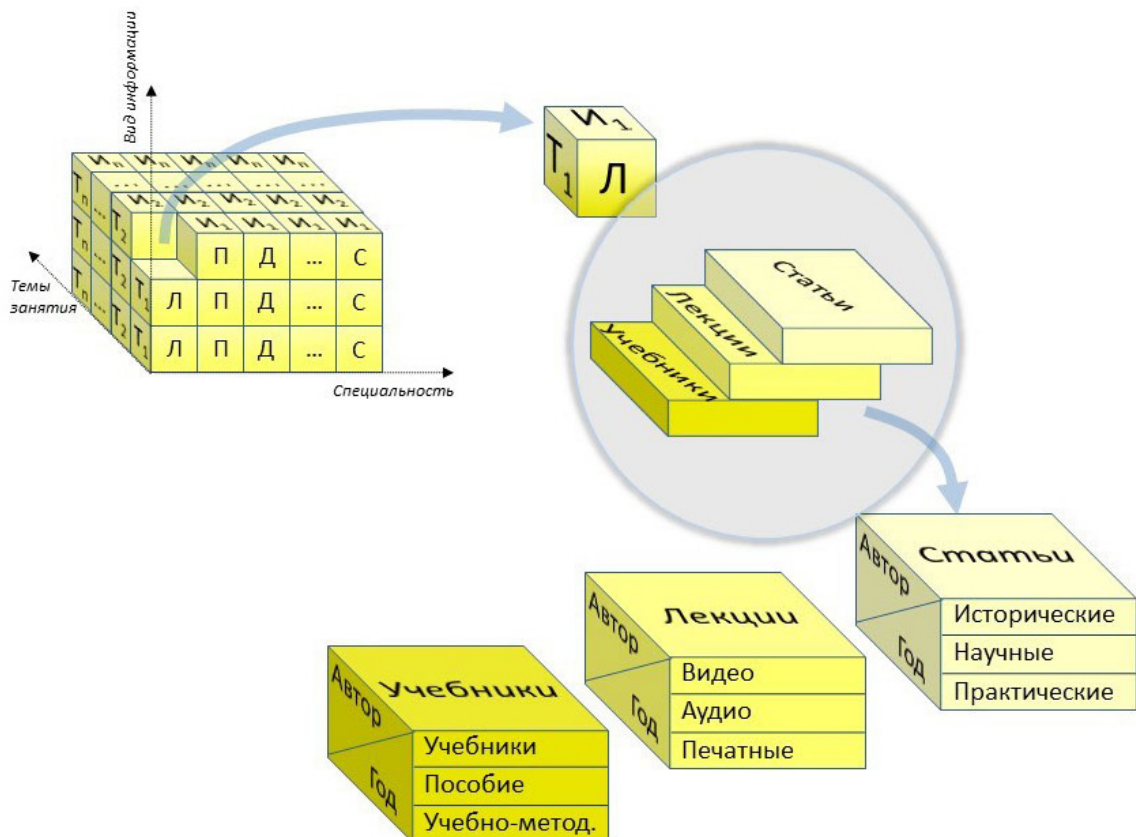


Рис. 2. Формирование теоретического блока дидактической модели непрерывного биофизического образования в медицинском вузе

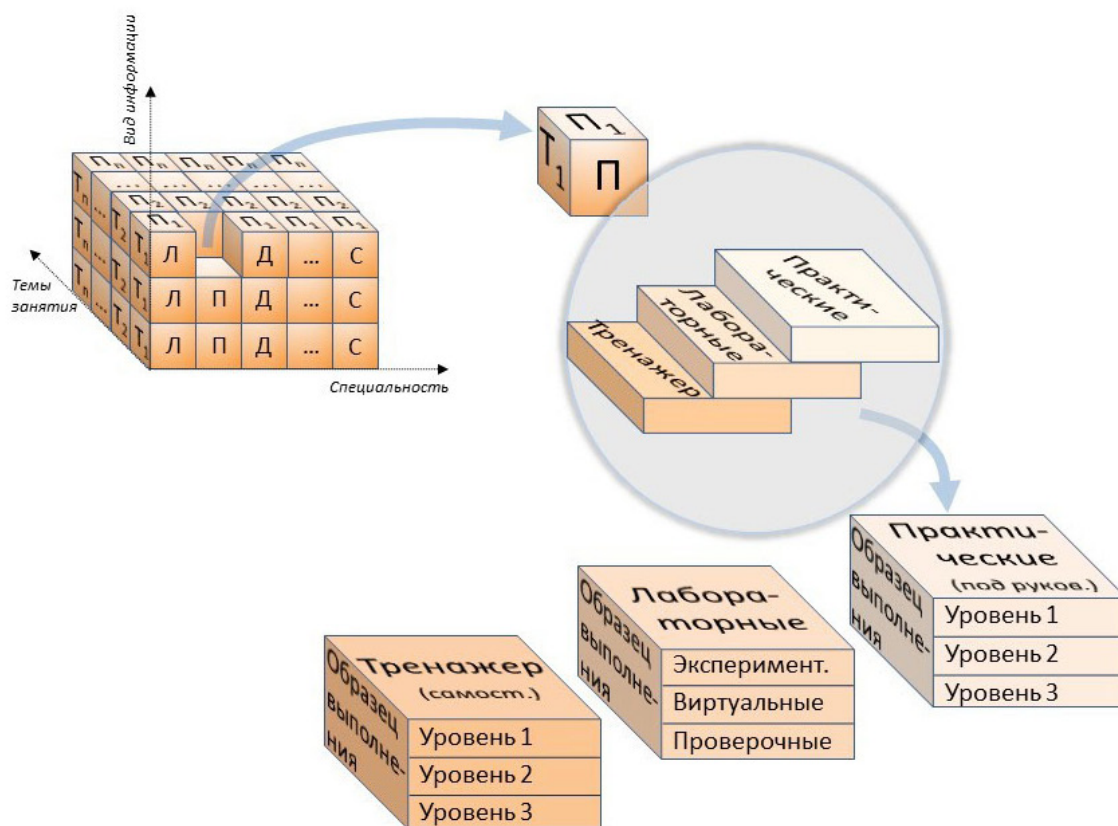


Рис. 3. Формирование практического блока дидактической модели непрерывного биофизического образования в медицинском вузе

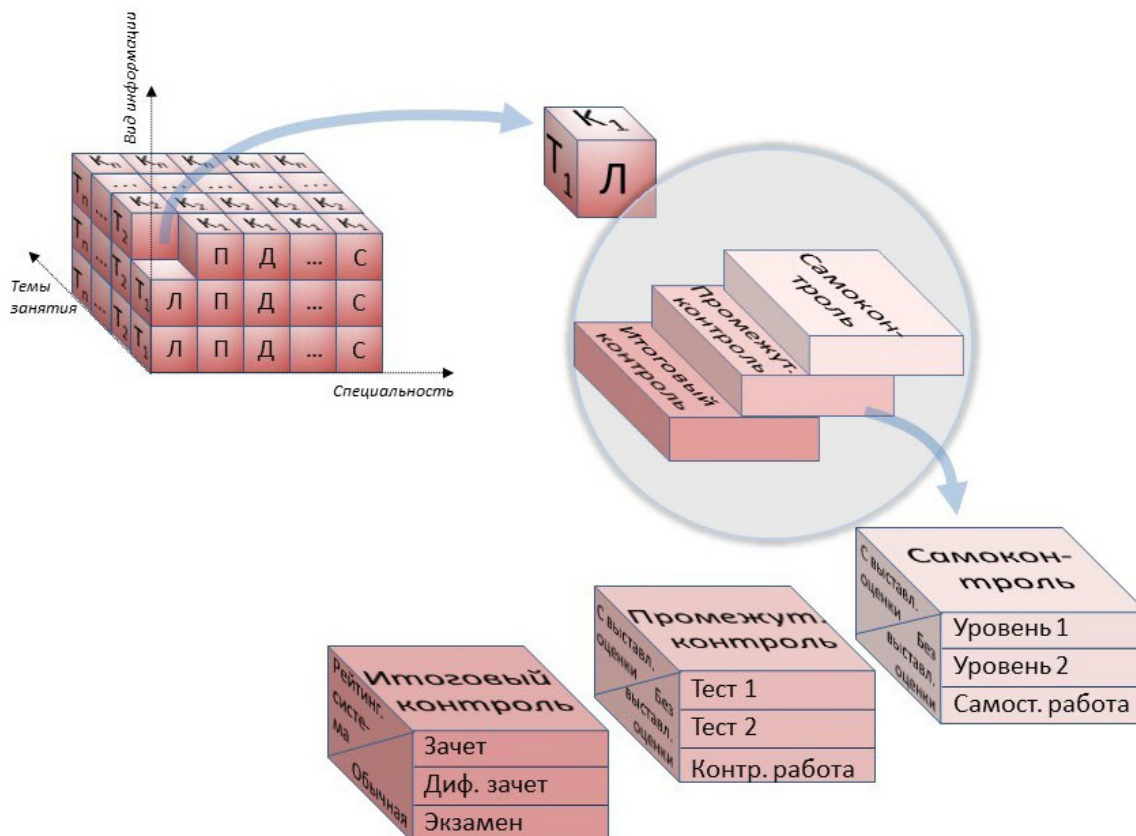


Рис. 4. Формирование блока контроля дидактической модели непрерывного биофизического образования в медицинском вузе

и итогового контроля (рис. 4). Вопросы для самоконтроля дифференцируются по уровням 1 или 2 либо могут представлять собой самостоятельную работу. Промежуточный контроль составляют два типа тестовых заданий или контрольная работа. Итоговый контроль представляет собой зачет, дифференцированный зачет или экзамен. Возможен выбор вида итогового контроля: рейтинговая система или классический экзамен. Наполнение элементов осуществляется частично силами профессорско-преподавательского состава, частично – с применением программных решений. Например, вопросы к зачету или экзамену смогут формироваться автоматически при использовании программы, которая будет их «собирать» по всем темам занятий в разрезе изучаемой дисциплины. Наполнение банка задач для контрольной и самостоятельной работ осуществляется с помощью программы-генератора, которая написана на языке программирования R и за короткое время способна создавать большое количество задач с различными числовыми данными.

На рис. 4 показано соответствие выделенной составляющей части блока контроля куба с гранями  $K_1$ ,  $T_1$ ,  $L$  пространственным координатам «Вид информации», «Темы занятий», «Специальность». Соответственно  $K_1$  – контрольные-измерительные материалы блока контроля по теме занятия номер 1,  $T_1$  – тема занятия под номером 1,  $L$  – специальность «Лечебное дело».

Каждый элемент блока контроля имеет две градации: с выставлением оценки и без выставления оценки. Выставление оценки может осуществляться как самой программой, так и непосредственно преподавателем.

Таким образом, в статье рассмотрены вопросы моделирования биофизического образования для студентов медицинских вузов, показана структура разработанной дидактической модели, описаны пути формирования ее блоков. Предложено объединить в биофизическое образование для студентов медицинских вузов три взаимосвязанные между собой дисциплины, включающие медицинскую и биологическую физику, биомедицинскую статистику и информационные технологии в медицине. Реализация модели поз-

волит создать единую информационную базу для всех медицинских вузов страны. Открытые сетевые ресурсы будут служить обогащению учебной и научной информацией в области биофизического образования, обмену опытом и методиками обучения. В результате появляется возможность вариативных комбинаций обучения, что позволит заинтересовать студентов медицинских вузов биофизическим образованием.

#### Список использованных источников

1. *Бордовская, Н. В.* Педагогика: учеб. для вузов / Н. В. Бордовская, А. А. Реан. – СПб.: Питер, 2000. – 304 с.
2. *Архангельский, С. И.* Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М.: Высш. шк., 1980. – 368 с.
3. *Лернер, И. Я.* Процесс обучения и его закономерности / И. Я. Лернер. – М.: Знание, 1980. – 96 с.
4. *Беспалько, В. П.* Педагогика и прогрессивные технологии в обучении / В. П. Беспалько. – М.: Изд-во Ин-та проф. образования М-ва образования России, 1995. – 336 с.
5. *Король, А. Д.* Диалог в организации эвристического обучения физике / А. Д. Король // Физика в школе. – 2008. – № 6. – С. 43–49.
6. *Аршанский, Е. Я.* Модель программы школьного курса химии для классов физико-математического профиля (X–XI класс) / Е. Я. Аршанский // Наука и школа. – 2003. – № 1. – С. 35–47; № 2. – С. 41–46.
7. *Радевская, Н. С.* Построение новых моделей образования взрослых в контексте индивидуализации и расширения пространства образования / Н. С. Радевская // Человек и образование. – 2017. – Т. 50, № 1. – С. 26–29.
8. *Mbiydzonyu, N. E.* Basic Medical Sciences in Medical Education: a Thought for African Medical Schools / N. E. Mbiydzonyu, N. K. Chisompola // Med. Sci. Educ. – 2021. – Vol. 31, № 1. – P. 253–256.
9. *Medical Physics development in Africa – status, education, challenges, future / T. Ige [et al.] // J. Int. Organ. Med. Phys. – 2020. – Vol. 8, № 1. – Special Issue, History of Medical Physics 3. – P. 303–316.*
10. *Moses A. Aweda.* The Duties and Some Challenges Confronting Clinical Medical Physicists in Africa / Moses A. Aweda // Afr. J. Med. Phys. – 2019. – Vol. 2, № 2. – P. 1–6.
11. *The Journal of the International Organization for Medical Physics. – 2021. – Vol. 9, № 2. – P. 143–184.*
12. *Копыцкий, А. В.* Применение программы-генератора тестовых заданий по прикладной статистике для студентов медицинских вузов / А. В. Копыцкий // Весці БДПУ. Серія 3, Фізика. Математика. Біологія. Географія. – 2021. – № 4. – С. 39–45.

#### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы моделирования процессов образования и обучения в педагогической практике, их различие и классификация. Предлагается дидактическая модель непрерывного биомедицинского образования для студентов медицинских вузов, представляющая собой трехмерную структуру, оси которой образуют ступени образования, содержание биофизического образования и компоненты образовательного процесса. Описываются механизмы и инструменты для наполнения компонентов модели.

#### Abstract

The article discusses the issues of modeling the processes of education and training in pedagogical practice, their difference and classification. The author proposes a didactic model of continuous biomedical education for medical university students. The model is a three-dimensional structure, the axes of it form the stages of education, the content of biophysical education and the components of the educational process. The mechanisms and tools for filling the components of the model are described.