

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 378.147, 37.03

DOI: 10.17853/1994-5639-2023-6-38-68

ТРАНСФОРМАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» ПОД ЦЕЛИ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

М. В. Солодихина

*Московский педагогический государственный университет,
Российский университет дружбы народов, Москва, Россия.
E-mail: mv.solodikhina@mpgu.su, solodikhina-mv@rudn.ru*

Аннотация. *Введение.* Для преодоления разрыва между гуманитарно-художественной и естественно-научной культурами, формирования у выпускников университетов целостного представления о физическом мире и основах технологий, вооружения их научным методом познания в программах подготовки студентов-гуманитариев многих университетов мира присутствуют интегрированные естественно-научные дисциплины. В России такой дисциплиной является «Концепции современного естествознания». Однако в существующем виде она не в полной мере отвечает вышеуказанным целям. Вследствие отсутствия практической линии студенты не осваивают навыки применения научного метода и не получают представления о науке как инструменте познания Природы и способе мышления, но зато укрепляются в восприятии естествознания как склада готовых истинных знаний. Однако ситуация меняется, если сместить акцент с передачи знаний на развитие критического мышления, которое в большинстве стран мира признано основной целью университетского образования.

Цель настоящего исследования – выявление структуры, содержания и типов учебных заданий курса «Концепции современного естествознания», способствующих развитию критического мышления студентов-гуманитариев, и соответствующая трансформация курса «Концепции современного естествознания».

Методология, методы и методики. Выявление оптимальной структуры, содержания и типов учебных заданий, а также оценивание результатов внедрения трансформированного курса «Концепции современного естествознания» в учебный процесс осуществлялись на основе исследований, проводившихся в двух университетах – РУДН и МПГУ. Использовались тесты оценки структуры мотивации, естественно-научных знаний и навыков критического мышления, тесты эпистемологических представлений, а также опросы, показывающие восприятие студентами эффективности методов и средств обучения, полезности естественно-научных знаний и критического мышления для учебы, жизни, саморазвития и профессиональной деятельности.

Результаты. Показано, что студенты и преподаватели положительно относятся к идее сделать критическое мышление основной целью изучения курса «Концепции современного естествознания». Изменение целеполагания позволяет связать естествознание с гуманитарной областью через критическое мышление как средство познания Природы и человека, ввести практическую линию, включающую задания – тренажеры навыков критического мышления и применения на-

учного метода и проекты, при реализации которых эти навыки становятся инструментами познания. После изучения трансформированного курса «Концепции современного естествознания» улучшились мотивация студентов к изучению естествознания, их эпистемологические представления, когнитивные навыки и усвоение естественно-научного материала.

Научная новизна. Разработана структура курса с двумя центрами интеграции; в содержание курса внесены дополнения, способствующие развитию эпистемологических представлений студентов и осознанному формированию когнитивных навыков; введена практическая линия, состоящая из заданий, требующих применения определенных когнитивных навыков при исследовании проблемных ситуаций в соответствии с этапами научного метода; процессуальный компонент курса дополнен методами развития мышления.

Практическая значимость. Созданный кейс-практикум вариативен и может применяться в практической линии любой интегрированной естественно-научной дисциплины.

Ключевые слова: интегрированное естествознание, критическое мышление, кейс-практикум, проекты, эпистемологические представления, мотивация.

Для цитирования: Солодихина М. В. Трансформация дисциплины «Концепции современного естествознания» под цели развития критического мышления // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 6. С. 38–68. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-6-38-68

TRANSFORMATION OF THE DISCIPLINE “CONCEPTS OF MODERN NATURAL SCIENCE” FOR THE DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING

M. V. Solodikhina

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia.

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia.

E-mail: mv.solodikhina@mpgu.su

Abstract. Introduction. Globally, there are integrated natural science disciplines in the training programmes for humanities students in many universities in order to overcome the gap between the humanitarian-artistic and natural-science cultures, to form a holistic view of the physical world and the basics of technology among university graduates, to equip them with the scientific method of cognition. In Russia, such a discipline is “Concepts of Modern Natural Science”. However, in its current form, it does not fully meet the abovementioned goals. Due to the lack of a practical line, students do not master the skills of applying the scientific method and do not get an idea about science as a tool for understanding nature and a way of thinking, but instead they become stronger in the perception of natural science as a storehouse of ready-made true knowledge. Nevertheless, the situation changes if the focus is shifted from the transfer of knowledge to the development of critical thinking, which in most countries of the world is recognised as the main goal of university education.

Aim. The present research aims to identify the structure, content and types of training tasks of the course “Concepts of Modern Natural Science”, contributing to the development of critical thinking of students in the humanities, and the corresponding transformation of the course “Concepts of Modern Natural Science”.

Methodology and research methods. The identification of the optimal structure, content and types of training tasks, as well as the evaluation of the results of the introduction of the transformed course “Concepts of Modern Natural Science” into the educational process were carried out on the basis of research conducted at two universities – RUDN University and Moscow State Pedagogical University. The tests were applied to assess the structure of motivation, natural science knowledge and critical thinking skills, tests of epistemological ideas. Also, the authors used the surveys showing students' perception of the

effectiveness of teaching methods and means, the usefulness of natural science knowledge and critical thinking for study, life, self-development and professional activities.

Results. It is shown that students and teachers have a positive attitude towards the idea of making critical thinking the main goal of studying the course “Concepts of Modern Natural Science”. The change in goal-setting makes it possible to connect natural science and the humanities through critical thinking as a means of understanding nature and man, to introduce a practical line that includes tasks-simulators of critical thinking skills and the application of the scientific method and projects in the implementation of which these skills become tools of knowledge. After studying the transformed course “Concepts of Modern Natural Science”, the motivation of students to study natural science, their epistemological ideas, cognitive skills and assimilation of natural science material improved.

Scientific novelty. A course structure was developed with two integration centres; additions were made to the course content that contribute to the development of students’ epistemological ideas and the conscious formation of cognitive skills; a practical line was introduced, consisting of tasks that require the use of certain cognitive skills in the study of problem situations in accordance with the stages of the scientific method; the procedural component of the course was complemented by methods for the development of thinking.

Practical significance. The created case-practice is variable and can be applied in the practical line of any integrated natural science discipline.

Keywords: integrated natural science, critical thinking, case study, projects, epistemological representations, motivation.

For citation: Solodikhina M. V. Transformation of the discipline “Concepts of Modern Natural Science” for the development of critical thinking. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2023; 25 (6): 38–68. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-6-38-68

TRANSFORMACIÓN DE LA DISCIPLINA “CONCEPTOS DE CIENCIAS NATURALES MODERNAS” BAJO LA PREMISA DEL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO

M. V. Solodikhina

Universidad Estatal Pedagógica de Moscú, Moscú, Rusia.

Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos, Moscú, Rusia.

E-mail: mv.solodikhina@mpgu.su

Abstracto. Introducción. Con el fin de superar la brecha entre las nociones culturales de las ciencias humanísticas y del arte frente a las ciencias naturales, se han integrado las últimas a los programas de formación humanitaria en muchas universidades del mundo, cuyo propósito ha sido formar una visión holística del mundo físico y de los conceptos básicos de la tecnología entre los estudiantes, proporcionándoles para tal efecto el método científico del conocimiento. En Rusia, dicha disciplina se conoce como “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas”. Sin embargo, en su forma actual, no cumple plenamente los objetivos anteriormente mencionados. Debido a la falta de una línea práctica, los estudiantes no dominan las habilidades de aplicar el método científico y no se logran hacerse a una idea de la ciencia como una herramienta para comprender la naturaleza y una forma de pensar, sino que se fortalecen en la percepción de las ciencias naturales como un almacén de conocimiento verdadero ya hecho. Sin embargo, la situación cambia si se orienta el énfasis desde el hecho de transmitir conocimientos a lo que es desarrollo del pensamiento crítico en sí, que en la mayoría de los países del mundo se reconoce como el principal objetivo de la educación universitaria.

Objetivo. El propósito de este estudio es identificar la estructura, el contenido y los tipos de tareas de formación del curso “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas”, que contribuyen al desarrollo del

pensamiento crítico de los estudiantes de humanidades, y la correspondiente transformación del curso “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas”.

Metodología, métodos y procesos de investigación. La identificación de la estructura, el contenido y los tipos óptimos de tareas de capacitación, así como la evaluación de los resultados de la introducción del curso transformado “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas” en el proceso educativo se llevaron a cabo sobre la base de investigaciones realizadas en dos universidades: la Universidad RUDN y la Universidad Pedagógica Estatal de Moscú. Se utilizaron pruebas para evaluar la estructura de la motivación, el conocimiento de las ciencias naturales y las habilidades de pensamiento crítico, pruebas de ideas epistemológicas, así como encuestas que muestran la percepción de los estudiantes sobre la eficacia de los métodos y medios de enseñanza, la utilidad del conocimiento de las ciencias naturales y el pensamiento crítico para estudio, vida, autodesarrollo y actividades profesionales.

Resultados. Se demuestra que los estudiantes y docentes tienen una actitud positiva ante la idea de hacer del pensamiento crítico el objetivo principal de estudiar el curso “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas”. El cambio en la fijación de objetivos permite conectar las ciencias naturales con el campo humanitario a través del pensamiento crítico como medio de comprensión de la Naturaleza y el hombre, para introducir una línea práctica que incluye tareas simuladoras de habilidades de pensamiento crítico y la aplicación del método científico, y a su vez, proyectos en cuya implementación estas habilidades se convierten en herramientas del conocimiento. Después de estudiar el curso transformado “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas”, mejoró la motivación de los estudiantes para estudiar ciencias naturales, sus ideas epistemológicas, habilidades cognitivas y asimilación del material de ciencias naturales.

Novedad científica. Se ha desarrollado una estructura de cursos con dos centros de integración; se han realizado adiciones al contenido del curso que contribuyen al desarrollo de las ideas epistemológicas de los estudiantes ya la formación consciente de habilidades cognitivas; se introdujo una línea práctica, consistente en tareas que requieren el uso de ciertas habilidades cognitivas en el estudio de situaciones problema de acuerdo con las etapas del método científico; el componente procedimental del curso se complementa con métodos para el desarrollo del pensamiento.

Significado práctico. El caso con sentido de práctica creado es variable y se puede aplicar en la línea práctica de cualquier disciplina integrada de las ciencias naturales.

Palabras claves: ciencias naturales integradas, pensamiento crítico, estudio de casos, proyectos, ideas epistemológicas, motivación.

Para citas: Solodikhina M. V. Transformación de la disciplina “Conceptos de Ciencias Naturales Modernas” bajo la premisa del desarrollo del pensamiento crítico. *Obrazovanie i nauka = Educación y Ciencia*. 2023; 25 (6):38–68. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-6-38-68

Введение

Сужающаяся специализация университетского образования привела к обострению поляризации между гуманитарно-художественной и естественно-научной культурами и разрыву связей между отдельными естественными дисциплинами, а когда рост научной информации превысил возможности ее усвоения даже в узких областях знаний – к потере актуальности знаниецентричной системы обучения.

Противостояние гуманитарно-художественной и естественно-научной культур после лекции и книги С. Р. Snow стало восприниматься как практическая, моральная и творческая потеря для всего общества [1]. Осознание, что эти культуры взаимодействуют по типу сообщающихся сосудов, когда прибавление содержания в одном сосуде рано или поздно повышает уровень ононого в другом [2], привело к введению гуманитарных дисциплин в программы есте-

ственно-технических направлений подготовки и естественно-научных дисциплин в программы подготовки гуманитариев.

Вследствие тенденции к интеграции научных знаний в программы подготовки гуманитариев включались преимущественно интегрированные естественно-научные дисциплины (например, «Наука в перспективе» в Высшей технической школе Цюриха, «Основы науки» в Государственном университете Сэма Хьюстона и Университете Висконсина – Мэдисон, «Естественные науки для гуманитариев» в Лёвенском католическом университете. Тенденция к интеграции научного знания на концептуальном уровне во многом является проявлением спиральной траектории развития естествознания: от натурфилософии, включающей в себя в нерасчлененном виде все имеющиеся знания о Природе, через дифференциацию единого поля науки на обособленные области, использующие специфические приемы и методы исследования для изучения разных сторон природных объектов и процессов, к сближению искусственно разделенных биологических, химических, физических взглядов на одни и те же явления, переплетению и взаимообогащению приемов и методов исследования, созданию новых знаний на стыке наук.

Целями изучения таких интегрированных дисциплин, кроме освоения естественно-научной культуры, обычно указываются повышение научной грамотности, формирование навыков применения научного метода, развитие критического мышления. Цель развития критического мышления отвечает общемировой тенденции замены знаниецентричной системы обучения системой обучения, заточенной под развитие мышления обучающихся.

В России в русле первых двух тенденций (сближения двух культур и интеграции научного знания) в учебные планы высших учебных заведений около 30 лет назад была введена дисциплина «Концепции современного естествознания» (далее – КСЕ). Она призвана познакомить студентов с самыми общими концептуальными представлениями современного естествознания [3] и расширить их интеллектуальный горизонт. Студентам-гуманитариям важно показать современную научную картину мира, которая «по своей интеллектуальной глубине, сложности и гармоничности является наиболее прекрасным и удивительным творением, созданным коллективными усилиями человеческого разума» [1], поскольку в большинстве своем гуманитарии, по образному выражению В. Л. Гинзбурга, находятся в отношении естественно-научных знаний на средневековом уровне [4].

Однако здесь раскрывается только одна сторона естественно-научной культуры. Detri Kurnia Tari и Dadan Rosana отмечали, что естествознание – это не только совокупность знаний (фактов, понятий, принципов, законов, теорий, моделей, концепций), но и способ мышления, обеспечивающий процесс научного познания, а также средство исследования Вселенной и решения проблем научными методами [5]. Для приобщения гуманитариев к естественно-научной культуре следует пополнить их арсенал инструментов исследования методами познания, зародившимися в рамках естествознания (научный

метод и такие методы, как системный подход, концепции самоорганизации и эволюции, моделирование, вероятностный подход и т. п.); показать отличия научного мышления и его оптимистическую нацеленность на поиск решения проблем; продемонстрировать роль науки в развитии современных технологий и влияние новых научных теорий на интеллектуальную жизнь эпохи. Это влияние очень существенно. Пример тому – возникшее в результате великих географических и астрономических открытий представление о непознаваемости и бесконечности мира, породившее мироощущение эстетики барокко, отраженное в шедеврах искусства и философии Лейбница [6].

J. H. Reed утверждал, что «содержание естествознания следует рассматривать и преподавать как способ мышления» [7]. Без учета третьей тенденции (нацеленность на развитие мышления) курс КСЕ не в полной мере способствует сближению гуманитарно-художественной и естественно-научной культур, а студенты-гуманитарии не стремятся воспринять и осмыслить предлагаемые им научные концепции.

Исследование T. S. Singh показало, что «учебная программа по естествознанию слишком часто преподается таким образом, что не увлекает студентов: студентов не поощряют мыслить критически и независимо, а поощряют просто запоминать факты и воспроизводить их при тестированиях» [8, с. 83]. Опираясь на опыт преподавания, А. А. Полонников пишет, что студенты воспринимают КСЕ как навязанную сверху не слишком полезную дисциплину, а преподаватели КСЕ вынуждены прикладывать усилия и время для доказательства необходимости и уместности предлагаемых знаний, обосновывать их значимость для профессиональной деятельности и саморазвития [9]. Однако ситуация меняется, если студентам предложить в процессе обучения КСЕ развивать их навыки критического мышления [10]. Поэтому существующие курсы КСЕ требуют перестройки под цели развития критического мышления. Это позволит им познакомить студентов-гуманитариев с разными аспектами естественно-научной культуры.

Целью предлагаемого исследования стало выявление структуры, содержания и типов учебных заданий курса КСЕ, способствующих развитию у студентов-гуманитариев критического мышления, для осуществления трансформации содержательного, процессуального, организационного и оценочного компонентов курса «Концепции современного естествознания».

Исследовательские вопросы:

Содержательный: как отобрать содержание курса из чрезвычайно обширного материала физики, химии, экологии, биологии, астрономии, философии, методологии науки, синергетики, чтобы он способствовал усвоению студентами-гуманитариями естественно-научной культуры, то есть содержал знания, складывающиеся в современную картину мира, демонстрировал науку как способ мышления и инструмент познания Природы?

Структурный: как выстроить материал курса КСЕ так, чтобы он не был мозаичным набором частнонаучных картин мира (химических, биологических, физических и т. д.) и космологических, антропологических, геологических концепций, а обладал внутренним единством и целостностью, то есть имел центры интеграции и скрепляющие связи между частями курса?

Организационный: какими должны быть учебные задания, чтобы они развивали критическое мышление студентов, соответствовали уровню их подготовленности и воспринимались ими как полезные для профессиональной деятельности, жизни и саморазвития?

Процессуальный: какими должны быть методы работы с содержанием курса и учебными заданиями, чтобы они положительно влияли на мотивацию и эпистемологические представления студентов – основу формирования естественно-научной культуры и развития когнитивных навыков?

Обзор литературы

Вопрос о структуре курса

По мнению В. В. Свиридова и М. В. Кочуковой, структуру курса КСЕ следует представлять как граф (дерево) с горизонтальными и наклонными связями, которые «обеспечивают целостность знаний, относящихся к данной предметной области, и плохо укладываются в иерархическую структуру дерева ввиду ее низкой связности» [11, с. 93]. Вершинами графа могут быть центры интеграции. Выбор центров интеграции курса КСЕ определяется трактовкой понятия «естествознание». Проведенный V. K. Voronov, M. V. Grechneva, L. A. Gerashchenko обзор исследований показал, что естествознание преимущественно «трактруется не как сумма отдельных дисциплин, а как общая наука о Природе, системообразующий фактор всей современной культуры» [3, с. 345]. Поэтому Природа – главный центр интеграции содержания курса. Н. И. Одицова, кроме Природы – общего для всех естественных наук объекта изучения, предложила еще два центра интеграции: общий для естественных наук метод познания (научный метод) и универсальные понятия естествознания (случайность, энергия, самоорганизация, эволюция и т. д.) [12]. О. Н. Голубева и А. Д. Суханов в качестве центров интеграции предложили трансдисциплинарные идеи целостности Природы, моделирования, взаимосвязи вещества и поля и т. д. [2, с. 93]. Однако не ясно, как эти центры вписать в граф дисциплины и как они связаны с критическим мышлением.

Наличие связи центров интеграции курса КСЕ с критическим мышлением можно предположить исходя из существования связи между естественно-научным образованием и мышлением. А. Эйнштейн утверждал, что «образование – это не изучение фактов, а тренировка мышления» и «вся наука – это ... усовершенствование повседневного мышления» [14]. В первую очередь это относится к университетскому образованию: J. P. Leighton, Y. Cui и M. Cutumisu писали, что в университетской среде все студенты должны овладеть критиче-

ским мышлением [13] в противовес мышлению обыденному, стереотипному, эмоциональному, искаженному, неосведомленному. Однако не ясно, насколько актуально для российских студентов перенесение акцента с формирования системы естественно-научных знаний на развитие мышления.

Вопрос о содержании курса

Содержание курса, нацеленного на развитие критического мышления, определяется подходом к его развитию. R. H. Ennis выделил четыре подхода к развитию критического мышления: *общий*, при котором мышление целенаправленно формируется в специальном курсе, и три дисциплинарных: *иммерсионный*, когда развитие мышления является побочным продуктом обучения; *инфузионный*, при котором развитие мышления становится явной значимой целью обучения; *смешанный*, сочетающий в себе черты общего и инфузионного подходов [15]. Поскольку цель развития критического мышления в процессе обучения курсу КСЕ задается явным образом, то иммерсионный и общий подходы неприемлемы. При инфузионном и смешанном подходах учебный курс содержит разделы, связанные с теорией критического мышления, и задания для тренировки конкретных когнитивных навыков.

На основе анализа большого количества исследований А. М. Al-Ghadouni сделал вывод, что оба этих подхода весьма эффективны [16]. Однако не ясно, готовы ли российские преподаватели к реализации этих подходов в процессе обучения КСЕ.

Конкретные же когнитивные навыки выводятся из контекстно-зависимого определения критического мышления. Для области естественных наук автор вывел и обосновал следующее определение критического мышления: «симбиоз логического, рефлексивного, рационального, метакогнитивного и творческого видов мышления, позволяющий находить, анализировать, интерпретировать, систематизировать, объяснять, оценивать научную информацию, полученную из наблюдений, опыта и размышлений, выдвигать и проверять гипотезы, создавать логически стройную систему суждений для объяснения известных фактов и предсказания новых, проявляющийся в способности использовать научный метод для достижения желаемых результатов» [10, с. 89]. В этом определении критическое мышление с естествознанием связывает научный метод.

Вопрос о методах обучения

Определение не только называет навыки, которые следует целенаправленно развивать с помощью средств обучения, но и указывает на важность обучения в следовании научному методу. В. Alberts подчеркивает, что «стандартный способ, которым мы преподаем науку, – как большой набор «фактов», открытых учеными о мире, – нуждается в серьезных изменениях» [17, р. 149]. D. Adams писал, что «поскольку научный метод является формализацией КМ (критического мышления – *авт.*), его можно использовать как простую модель,

которая выводит КМ из области интуитивного и ставит его в центр простой, легко реализуемой стратегии обучения. Помимо изучения фактов, концепций и определенных ключевых экспериментов, студенты изучали принципы научного метода и могли применять мыслительный процесс в других контекстах ... и становились критически мыслящими людьми» [18].

Эффективность следования научному методу при формировании системы знаний выявлена А. Agustinasari и S. Yulianci с коллегами при обучении физике [19; 20], D. Adams – при обучении биологии [18], J. L. Blatti с коллегами – при осуществлении проектной деятельности [21]. Y. Dong, H. Yin, S. Du, A. Wang показали, что обучение с опорой на научный метод развивает мышление [22]. Во всех этих случаях использовались проблемно-ориентированный или проектно-ориентированный подходы.

Вопрос о типах заданий

Обучение навыкам применения научного метода при проблемно-ориентированном или проектно-ориентированном подходах предполагает наличие проблемных заданий. Такие задания составляют практическую линию курса и наравне с теоретической линией традиционно составляют содержательный компонент естественных дисциплин. Однако в большинстве курсов КСЕ практическая линия отсутствует: исследование З. А. Скипко показало, что «более 80 % преподавателей КСЕ ограничиваются чтением лекций, ... лабораторные работы в данном курсе не предусмотрены» [23, с. 145], а на семинарских занятиях, когда они имеются, основной деятельностью студентов является слушание реферативных докладов и обсуждение научных статей, что относится к теоретической линии.

Важность практической линии можно проиллюстрировать рассуждениями Д. И. Менделеева о мотивах его решения в одиночку совершить рискованный полет на воздушном шаре для наблюдения за затмением: *«Немалую роль в моем решении играло ... то соображение, что о нас, профессорах и вообще ученых, обыкновенно думают повсюду, что мы говорим, советуем, но практическим делом владеть не умеем. ... Мне хотелось демонстрировать, что это мнение ... несправедливо в отношении к естествоиспытателям, которые всю жизнь проводят в лаборатории, на экскурсиях и вообще в исследованиях природы. Мы непременно должны уметь владеть практикой, и ... это полезно демонстрировать так, чтобы всем стала когда-нибудь известна правда вместо предрассудка»* [24, с. 218].

То есть важнейшая деятельность ученого – проведение исследования. При наличии же только теоретической линии студенты сами исследования не проводят, а получают уже подготовленную к усвоению информацию. Такая подача материала не дает возможности гуманитариям осознать драматичность, сложность, противоречивость, интеллектуальную красоту научного поиска и укрепляет их в сложившемся со школы восприятии научного знания как скла-

да неопровержимых фактов и истинных теорий, то есть в восприятии знания как абсолюта.

М. Baxter Magolda пишет о важности эпистемологических представлений: студенты, воспринимающие знания как абсолютное (знания как набор истинных фактов, законов, теорий, авторитетных источников) или переходное (знание как вопрос мнения и все мнения равны) не имеют предрасположенности мыслить критически [25]. В. К. Hofer и Р. Р. Pintrich показали, что только при восприятии знания как независимого (знание есть вопрос мнения, но мнения различаются по качеству, и «истина» должна основываться на доказательствах и изучении альтернатив) или контекстного (знание эволюционирует: оно может быть ошибочно, но на данный момент обеспечивает наилучшее объяснение фактов и служит отправным пунктом исследований) студент из пассивного получателя знаний превращается в активного участника построения и оценки своих знаний [26]. Тогда при решении проблемных заданий студент во многом повторяет действия ученых, проводит реальные и умозрительные эксперименты, входит в исследовательское сообщество, воспринимает «исследовательский дух» и проникается естественно-научной культурой. Такая деятельность, предположительно, должна повысить мотивацию студентов, а «один из способов помочь студентам изучать науку – убедиться, что у них есть хорошая мотивация» [8, с. 83].

Л. G. Jiménez выявила, что оптимально сочетается с проектами и экспериментами такой тип учебных заданий, как кейсы [27]. S. L. Günther с коллегами доказали, что кейсы являются эффективным инструментом формирования естественно-научных представлений [28] и одновременно – инструментом развития мышления (вывод L. F. S. Minniti и автора с коллегами [29; 30]). Однако естественно-научные кейсы пока существуют в очень ограниченном количестве из-за сложности создания интегрированного содержания, соответствующего уровню подготовленности студентов-гуманитариев. Для разработки кейс-практикума, полностью обеспечивающего практическую линию, необходимо выявить начальный уровень естественно-научной подготовки студентов и методические приемы, повышающие мотивацию и познавательный интерес студентов.

Таким образом, для получения ответов на исследовательские вопросы анализа литературных источников недостаточно и следует провести ряд дополнительных исследований.

Методология, материалы и методы

Для получения ответов на исследовательские вопросы следует:

- 1) определить отношение студентов к развитию критического мышления и изучению естествознания;
- 2) оценить готовность преподавателей к развитию мышления в курсе КСЕ;
- 3) найти место критическому мышлению и его «формализации» – научному методу в структуре курса КСЕ;

- 4) оценить уровень естественно-научной подготовленности студентов;
- 5) подобрать содержание курса, способствующее сближению двух культур и развитию эпистемологических представлений студентов;
- 6) разработать кейсы, служащие тренажерами выделенных навыков критического мышления и соответствующие уровню подготовленности студентов;
- 7) выбрать методику работы с учебными заданиями.

Часть заявленных исследований является теоретическими, часть – практическими. Для практических исследований использовались опросы и тестирования студентов различных направлений гуманитарного факультета Российского университета дружбы народов (далее – РУДН) и студентов естественно-научных магистратур Московского педагогического государственного университета (далее – МПГУ). Далее в каждом случае будут конкретизированы число, курс и направления подготовки респондентов.

Результаты исследования и обсуждение

Готовность студентов к принятию развития критического мышления в качестве приоритетной цели обучения

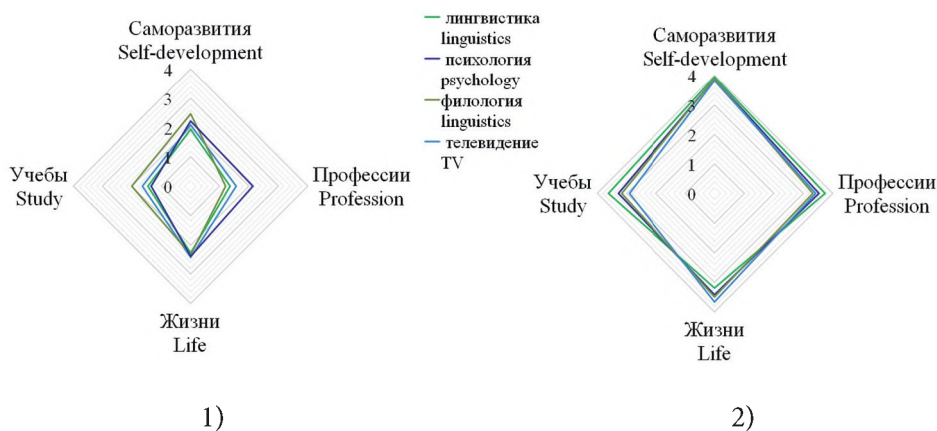


Рис. 1. Результаты опроса 601 студента филологического факультета РУДН о важности для саморазвития, учебы, профессиональной деятельности и жизни 1) изучения естествознания, 2) развития критического мышления

Fig. 1. Results of a survey of 601 students of the Faculty of Philology of the RUDN on the importance for self-development, study, professional activity and life of 1) studying natural science, 2) developing critical thinking

На рис. 1 представлены результаты ответов студентов РУДН четырех направлений подготовки (лингвистика, языкознание, психология, телевидение) первого и второго курсов на два вопроса: о полезности изучения естествознания и развития критического мышления для жизни, профессиональной деятельности, учебы и саморазвития. Использовалась шкала Лайкерта, где варианту ответа «абсолютно не нужно» присвоено 0 баллов, «скорее всего не нужно» – 1 балл, «может пригодиться» – 2 балла, «может быть очень полезно» – 3 балла, «необходимо» – 4 балла. Видно, что ценность развития критического мышления для студентов-гуманитариев очень высока. В эссе они развернуто обосновали свое мнение и практически единогласно признали развитие критического мышления важной целью вузовского образования.

Готовность преподавателей к принятию развития критического мышления в качестве приоритетной цели обучения.

Развитие мышления как неявная цель обучения вполне соответствует существующей в университетах практике преподавания естественных наук: по мнению студентов магистратур «Современное естествознание» и «Астрокосмическое образование» МПГУ, около половины проводивших у них занятия преподавателей естественных наук в процессе обучения ставили цель развития мышления обучающихся (рис. 2) наряду с другими целями.



Рис. 2. Цели преподавания естественных наук, которые реализуют преподаватели, по мнению 52 студентов естественно-научных магистратур МПГУ

Fig. 2. The goals of teaching sciences, which are implemented by teachers, according to 52 students of the natural science magistratures of the Moscow State University

Опросы начинающих преподавателей естествознания – магистрантов МПГУ (24 человека), а также преподавателей кафедры физики космоса МПГУ (7 человек) и кафедры гравитации и космологии РУДН (5 человек), осуществляющих обучение студентов интегрированным естественно-научными дисциплинам, высказали 100-процентную поддержку идее сделать развитие критического мышления приоритетной целью обучения интегрированным естественно-научным дисциплинам и скорректировать курс в соответствии с этими целями. Все опрошенные также стали использовать разработанные кейсы в своей практике преподавания.

Структура курса КСЕ

Определение критического мышления в качестве приоритетной цели обучения КСЕ добавляет его в граф содержания курса КСЕ (рис. 3) в качестве центра интеграции, связывающего естественно-научную и гуманитарно-художественную культуры.

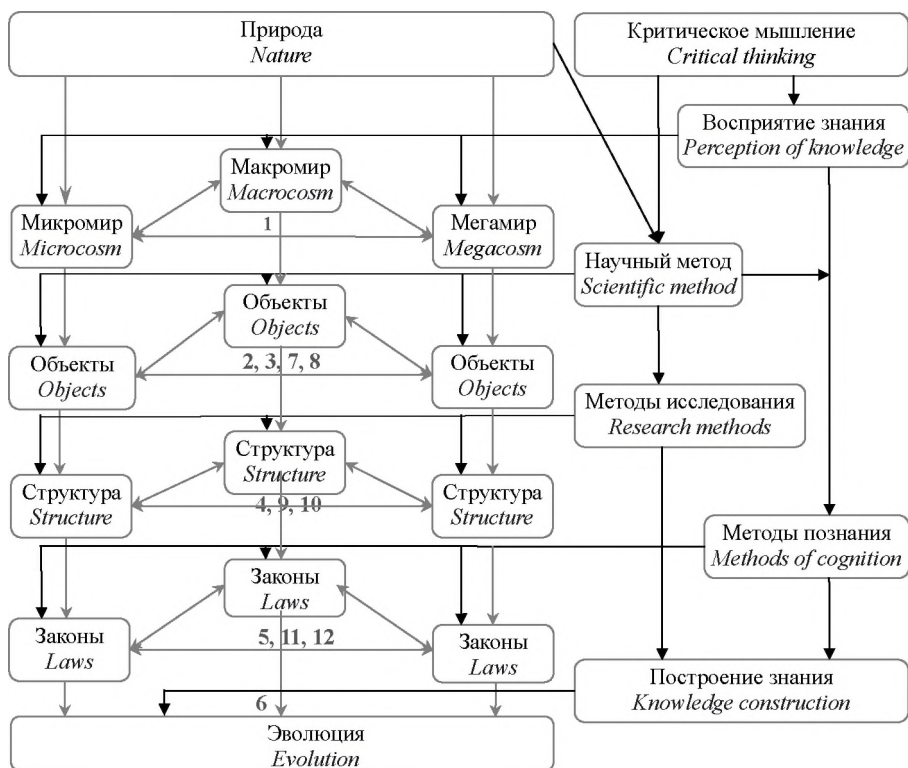


Рис. 3. Граф содержания курса «Концепции современного естествознания»

Fig. 3. Graph of the content of the course “Concepts of modern natural science”

В результате граф имеет два основания: Природа, познание которой лежит в основе формирования научной картины мира, и критическое мышление как инструмент и гуманитарного, и естественно-научного познания. Связывает эти основания научный метод и восприятие знания. «Жесткость» системы придают горизонтальные и наклонные связи, отмеченные на рис. 3 цифрами: трансдисциплинарные идеи целостности природы (1), моделирования (2), взаимосвязи вещества и поля (3), пространственно-временных отношений (4), единства объекта и его окружения (5), глобального эволюционизма (6) и универсальные понятия (случайность (7), самоорганизация (8), симметрия (9), равновесие (10), энергия (11), вероятность (12)).

Объект изучения – Природа – слишком велик. Его логично разделить на «миры» и отдельно рассматривать относящиеся к каждому из них природные объекты, величины, явления, которые на рис. 3 обобщены под словом «объекты». Каждый объект рассматривается в последовательности этапов научного метода, включая методы определения его структуры (например, методы исследования клетки) и методы выявления законов, описывающих его поведение и взаимодействие с окружением (такие методы познания, как анализ, синтез). Информация о каждом из «миров» дается с учетом необходимости развития эпистемологических представлений студентов. Для этого освещаются некоторые альтернативные теории, точки зрения, гипотезы и способы их проверки; подчеркивается эволюция научных представлений через смену картин мира (натурфилософская, механистическая, электромагнитная, квантово-релятивистская, эволюционная), отражающих научные взгляды своей исторической эпохи; внимание студентов фокусируется на особенностях формирования мировоззрения, иллюзиях памяти. В содержание вводятся элементы теории принятия решений и теории аргументации, рассматривается вероятностный подход. Эти знания, относящиеся к области теории критического мышления, важны для того, чтобы студенты осознанно формировали собственную систему знаний.

Граф демонстрирует связь контекста дисциплины и критического мышления – знания являются «критической причиной», «пусковым механизмом» (R. Barnett) [31, p. 65] и основой развития мышления (N. Hidayati и др. [32]).

Выявление уровня естественно-научной подготовленности студентов

Знания университетского курса КСЕ строятся на школьных естественно-научных знаниях. Тестирование студентов РУДН с помощью заданий, взятых из базы данных ЕГЭ и PISA, показали, что в среднем гуманитарии имеют невысокий уровень естественно-научной подготовки, причем он неоднороден – 3,4% студентов верно выполнили более 90% заданий, а 12,9% верно выполнили менее 10% заданий (рис. 4). Структура знаний неоднородна – большинство студентов имеют существенно различающиеся баллы по разным блокам. То есть при создании заданий для студентов-гуманитариев следует исходить из предположения нулевого уровня естественно-научных знаний.

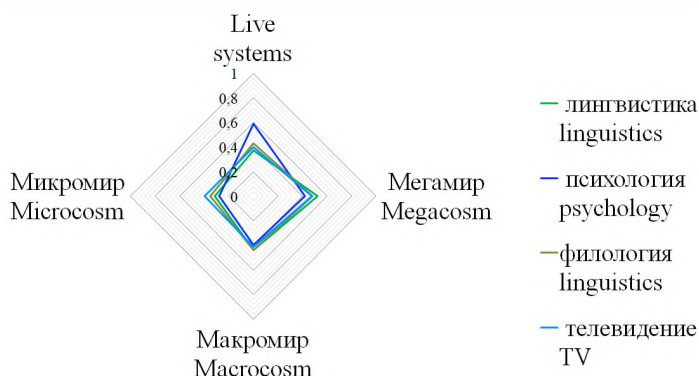


Рис. 4. Доля верно выполненных заданий из разных областей естествознания, объединенных в четыре блока: «Живые системы», «Макромир», «Микромир» и «Мегамир». В тестировании участвовало 147 студентов филологического факультета РУДН четырех направлений подготовки

Fig. 4. The proportion of correctly completed tasks from different fields of natural science, com-bined into four blocks: “Living systems”, “Macrocosm”, “Microcosm” and “Megacosm”. 147 stu-dents of the Faculty of Philology of the RUDN of four areas of training participated in the testing

Разработка заданий практической линии

Основу практической линии составляет кейс-практикум, задания которого должны способствовать восприятию гуманитариями культуры естествознания и развивать мышление. Он должен включать задания:

- на применение навыков использования научного метода при решении проблем;
- демонстрацию драматичности, интеллектуальной красоты, креативности процесса обретения нового знания;
- показ влияния науки на материальную и интеллектуальную жизнь общества;
- тренировку когнитивных навыков, названных в определении критического мышления (задания на поиск, анализ, интерпретацию информации, выдвижение и проверку гипотез, объяснение и т. д.).

Основа каждого кейса – проблемная ситуация или цепочка взаимосвязанных исторических и актуальных проблемных ситуаций, решение которых привело к значимым открытиям. Студенты обучаются научному методу, воссоздавая гипотетический ход мыслей и действий ученого при изучении этих проблем. Для этого кейс содержит наводящие и уточняющие вопросы, при формулировании которых учтены воспоминания современников и самих ученых. Преподаватель обогащает вопросы упоминанием деталей, которые способны

вызвать у студентов эмпатию, задействовать образную память, фантазию, эмоциональное воображение, заставить задуматься об иллюзиях мышления.

Вопросы обеспечивают реализацию пошаговой стратегии решения проблемы:

- 1) акцентируют внимание на выяснении сути проблемы и трансдисциплинарных идеях;
- 2) направляют в сборе, систематизации, анализе информации;
- 3) дают подсказки при выдвижении и проверке гипотез;
- 4) подводят к умозаключениям, касающимся этоса науки, социальных и гуманитарных предпосылок научных открытий, преемственности в науке, прикладного потенциала конкретных открытий;
- 5) побуждают к саморевизии знаний;
- 6) стимулируют дебаты.

Для формулирования развернутых аргументированных ответов на вопросы студентам не требуется обладать естественно-математическими знаниями выше базового школьного курса и обращаться к внешним источникам информации, но необходимо применить выделенные в определении критического мышления когнитивные навыки (анализ, синтез, оценивание и т. д.) к справочной информации кейса. Учитывается эффект активной апперцепции, когда новая информация присоединяется к усвоенной небольшими порциями, и пассивной апперцепции, когда новая информация оформляется визуально ярко в виде формул, рисунков, видео, диаграмм, таблиц, текстов.

В отличие от типовых учебных задач, где требуется «найти», «вычислить», «построить», вопросы кейсов начинаются со слов «объясните», «сравните», «выскажите предположение», «постройте логически непротиворечивую цепочку рассуждений», «пользуясь логикой, вставьте пропущенные слова», «выскажите ваше мнение», «исследуйте», «выявите условия», «спрогнозируйте» и т. п.

Некоторые задания связаны с такими техниками развития мышления, как мозговой штурм, стратегия шести шляп, диаграмма причины-следствия Исикавы, техника генерации идей У. Диснея, техника принятия решений «квадрат Декарта». Например, в кейсе, посвященном моделированию биологических систем, студентам предлагается проанализировать проблему роста популяции кроликов в Австралии с помощью диаграммы Исикавы и оценить с помощью квадрата Декарта эффективность борьбы с кроликами путем завоза лисиц и заражения кроликов вирусом миксоматоза.

С целью преодоления восприятия знания как абсолютного кейсы содержат задания:

- на осмысление нескольких независимых подходов к рассмотрению одного и того же явления, например доказательств вращения Земли вокруг Солнца с помощью анализа попятного движения Марса, годичного параллакса звезд и красного смещения;
- критическую оценку границ справедливости теорий, например, законов сложения скоростей;

– анализ этапов развития науки, которые отражены в борьбе новых и «канонических» взглядов и представлений, например, опровержение Галилеем ряда умозаключений Аристотеля;

– изучение различий моделей, построенных на аналогиях, например, сопоставление атома и Солнечной системы.

В идеале после такой работы с кейсами студенты начинают понимать, по словам D. Adams, «откуда берется научная информация; знают, с чего начать, когда вы просите их о чем-то подумать; понимают эксперименты, как классические, так и современные; воспринимают научную информацию глубже и быстрее; могут судить об обоснованности выводов; по мере роста их уверенности они становятся более активными участниками семинаров; знают, что думают хорошо, и большинству это очень интересно» [18].

Проблемные ситуации кейсов служат основой для разработки исследовательских проектов. A. Hasni с коллегами показано, что проектный подход является одним из основных инновационных способов обучения естественным наукам [33], эффективным способом развития критического мышления (C. Cortázar и др. [34]) и вовлечения учащихся в процесс обучения (M. A. Almulla [35]). При решении кейсов студенты осваивают научный метод, а при выполнении проектов применяют его для исследования конкретного природного явления. Проекты не должны подменяться рефератами. Исследования Ю. Н. Корешниковой показали, что при псевдопроектировании возникает обратный эффект: уровень развития критического мышления отрицательно коррелирует с проектной деятельностью [36]. В рамках курса КСЕ серьезный проект с получением объективно нового или существенно усовершенствованного продукта невозможен, но можно провести оригинальное небольшое исследование.

Два основных средства обучения – кейсы и проекты – отражают два взаимосвязанных подхода – проблемно-ориентированный и проектно-ориентированный. Отличаются подходы тем, что при работе с кейсами во главу угла ставится процесс рассмотрения проблем с позиций физики, химии, биологии, медицины, космонавтики и т. д., а работа над проектом нацелена на получение интеллектуального или материального продукта, который является решением проблемы.

Пример курса КСЕ

Примером вышеописанного курса является электронный курс КСЕ в РУДН. Его теоретическая линия содержит 8 презентаций лекций, выстроенных вокруг универсальных понятий естествознания, где материал излагается в соответствии с научным методом и имеет внутренние взаимосвязи через трансдисциплинарные идеи. Практическую линию составляют 11 кейсов (7 основных и 5 запасных) и исследовательский проект. Когда по программе выделяется менее 34 часов на семинарские занятия, то используется технология «перевернутый класс» и часть лекций переносится на самостоятельное изучение с помощью презентаций.

Полный кейс включает порядка 100 вопросов, объединенных в 30–35 заданий, рассчитан на 4 часа аудиторных занятий и самостоятельную домашнюю работу, но при очень малом количестве аудиторных занятий число заданий кейса уменьшается в расчете на 2 часа аудиторных занятий и самостоятельную домашнюю работу. Кейсы затрагивают актуальные научные проблемы – получение, хранение, применение антивещества; изучение гравитации, включая гравитационное линзирование и гравитационные волны; спутниковая связь; реликтовое излучение и т. д.

Для проверки гипотез кейсы содержит эксперименты, среди которых опыты по замораживанию воды методом барботажа, идентификации минералов, астрономической датировке событий, моделированию расширения Вселенной, движению тел в гравитационном поле и т. д. В качестве экспериментального оборудования используются бытовые предметы и информационные инструменты: виртулабы, специальные программы, модели и симуляторы (Stellarium, Mitaka, Solar System Scope), сайты NASA, ТЕСИС, NOAA. Цифровые технологии позволяют моделировать процессы, которые невозможно осуществить в учебном эксперименте.

Например, чтобы выполнить задание «Написать рецензию на фильм „Ангелы и демоны“, в котором говорится об украденной из ЦЕРН 1/4 грамма антивещества, взорвавшегося в небе над Ватиканом», студенты ищут ответы на вопросы:

1) каковы временные и финансовые затраты на создание четверти грамма антиматерии;

2) действительно ли ловушку для четверти грамма антиматерии можно переносить в руках;

3) не принесет ли взрыв четверти грамма антиматерии над Ватиканом существенных разрушений, для чего «строят коллайдер», «сталкивают античастицы и частицы» на сайте oscteam.com/index.php, сравнивают показанный в фильме взрыв антивещества с данными симулятора NukeMap, полученными на основе собственных расчетов.

Некоторые из кейсов опубликованы [37], но с 2019 года они уже существенно изменились.

Тему проектного исследования студенты предлагают сами. Результаты презентуют в виде видеодоклада, который оценивается студентами-экспертами. Примеры тем докладов:

– Сравнение количества железа во фруктах по углу поворота коромысла под воздействием магнита;

– Определение зависимости мощности овощного гальванического элемента от степени зрелости овоща;

– Исследование особенностей приготовления неньютоновой и магнитной жидкостей;

– Определение оптимальных условий эксперимента по определению скорости света с помощью микроволновой печи.

Методика работы с кейсами

Имеется несколько методических рекомендаций по работе с кейсами:

1) изучение кейса начинается с обсуждения на семинаре под руководством преподавателя естественно-научной сути проблемных ситуаций, поскольку по мере увеличения объема знаний о проблеме нарастают любопытство и мотивация к работе с ней (S. Wade и C. Kidd [38]);

2) когда преподаватель убедится, что проблема стала понятной и интересной студентам, ее решение переносится на самостоятельную работу, что обусловлено эффектом Зейгарника, когда студенты, выполнившие часть кейса, скорее предпочтут закончить начатое дело, чем сделать новое задание того же объема; причем над незавершенным отложенным заданием продолжается внутренняя мыслительная работа, и оно запоминается почти вдвое лучше, чем то, которое было завершено;

3) на семинаре решается не менее половины заданий кейса и обсуждаются вопросы, оставшиеся на самостоятельное изучение, что связано с эффектом Хемингуэя, когда мотивация к выполнению задачи обратно пропорциональна объему ее оставшейся части и прямо пропорциональна пониманию того, что именно нужно сделать для ее выполнения (Y. Oyamaa и др., [39]);

4) самостоятельное изучение вопросов студенты проводят в группах по 2–3 человека (оптимальный размер с учетом эффекта Рингельмана).

Вывод

Таким образом, выявление оптимальной структуры, содержания и типов заданий привели к следующим изменениям:

- структурирование материала в форме дерева имеет две вершины – объект изучения – Природа, способ ее познания – критическое мышление; связывает вершины научный метод, жесткость конструкции придают универсальные понятия и трансдисциплинарные идеи – наклонные и горизонтальные связи графа;

- в содержание теоретической линии добавлены разделы, связанные с инфузионным или смешанным подходом к развитию критического мышления (элементы теории принятия решений, элементы теории аргументации, информация об иллюзиях памяти и мышления и т. п.), особое внимание уделено развитию эпистемологических представлений;

- введена практическая линия, состоящая из кейсов и связанных с ними экспериментов и проекта, учитывающая уровень подготовленности учащихся, служащая тренажером выделенных когнитивных навыков в процессе решения проблем в соответствии с этапами научного метода;

- процессуальный компонент курса КСЕ, кроме проблемно-ориентированного и проектно-ориентированного подходов, включает специальные методы развития мышления (мозговой штурм, техника принятия решений «квадрат Декарта» и др.).

Оценка эффективности предложенной трансформации курса КСЕ

Оценить эффективность измененного курса КСЕ напрямую сложно, поскольку основными его задачами являются приобщение студентов-гуманитариев к естественно-научной культуре, включая формирование у них представлений о научной картине мира, навыков применения научного метода и научного мышления к широкому спектру проблемных задач. Однако можно оценить изменение мотивации и эпистемологических представлений студентов, их способности применить научный метод при проведении исследований, выявить восприятие ими разработанных учебных материалов. Анализ влияния изучения кейсов на усвоение естественно-научного материала (сравнение результатов теоретических тестов у студентов, обучающихся при иммерсионном подходе, когда цель развития критического мышления не была задана явно, кейсы, эксперименты и проекты не использовались, и студентов, обучающихся при вышеописанном инфузионном подходе) изложен в предыдущих статьях автора с коллегами [30; 40].

С 2019 года вышеописанный курс КСЕ освоили более 1500 студентов шести направлений подготовки филологического факультета РУДН. Из них 489 студентов после завершающего занятия курса КСЕ ответили на вопросы анкеты *о наиболее интересных и полезных видах деятельности* (рис. 5). Использовалась шкала Лайкерта, где варианту ответа «не интересен / не полезен» присваивается 0 баллов, варианту «малоинтересен / полезность невысока» – 1 балл, «интересен/полезен» – 2 балла, «очень интересен / очень полезен» – 3 балла.



Рис. 5. Наиболее интересные и полезные виды заданий с точки зрения 489 студентов РУДН филологического факультета

Fig. 5. The most interesting and useful types of assignments from the point of view of 489 students of the RUDN Philological Faculty

Работа с кейсами и выполнение тестов были обязательными заданиями. Выполнение естественно-научного проекта, экспериментов, рефератов, конспектирование лекций в технике майндмэппинг были заданиями, выполняемыми по желанию. Однако хотя бы один эксперимент выполнил каждый из студентов на занятии или дома, создали проекты от 30 % до 70 % учащихся каждого учебного потока, рефераты написали менее 5 % студентов.

По мнению студентов, виды деятельности, относящиеся к практической линии (работа с кейсами, экспериментами, проект), существенно более интересны и полезны, чем традиционно виды деятельности, относящиеся к теоретической линии.

Оценка *способности применить научный метод* к изучению проблемной ситуации проводилась экспертным методом. На 23 конференциях было представлено 164 видеодоклада, созданных студентами дневного и вечернего отделений филологического факультета РУДН по 1–4 человека. Экспертизу докладов осуществляли студенты-эксперты по заранее разработанным критериям, где учитывали не только качество полученного продукта, но и продемонстрированную способность проводить научные исследования (присутствие в докладе формулировки проблемы, наличие и фальсифицируемость гипотезы, наличие, качество и оригинальность эксперимента по проверке гипотезы, качество анализа результатов и выводов). Выявлено, что создатели от 44 % до 67 % видеодокладов (в зависимости от конкретной конференции) смогли представить работы, которые можно считать исследованиями.

64 студента направления «Языкознание» дважды выполнили задания двух вариантов *мотивационного теста* (перед началом обучения и по окончании обучения). Мотивационный тест строился по примеру теста А. В. Желеевой [41].

Были зафиксированы положительные изменения в структуре мотивации: на рис. 6 заметны сдвиги в сторону познавательного мотива обучения и внутренней мотивации к изучению естествознания. Предположительно, основное влияние на это изменение оказало использование заданий практической линии, которые для студентов были интересны и воспринимались ими как полезные, в том числе и потому, что преподаватель объяснял, развитию каких когнитивных навыков способствует выполнение тех или иных заданий.

Исследование *эпистемологических представлений* студентов первого курса направлений «Телевидение» и «Реклама и связи с общественностью» проводилось с помощью трех инструментов – русскоязычной версии теста Constructivist Epistemological Assumptions Scale (CEAS), разработанного М. Берзонски и приведенного в статье А. А. Федорова [42]; специальных задач с нечетко определенными условиями; прямых вопросов в анкете типа «Выберите продолжение фразы „информация, которую преподаватель излагает на лекциях и которая содержится в учебниках“» с вариантами ответа «1) абсолютно правильно отражает истинное положение дел, и задача студентов – ее усвоить, не подвергая сомнению, 2) отражает представления, соответствующие современному уровню развития науки, и студентам следует это представление усво-

ить, 3) отражает профессиональное мнение преподавателя / автора учебника, которое следует обосновать, а студенты могут его воспринять или составить собственное мнение, 4) отражает профессиональное мнение преподавателя / автора учебника, которое следует обосновать с указанием контекста и границ применимости, осветить альтернативные мнения, а студенты конструируют собственное обоснованное мнение в зависимости от контекста».

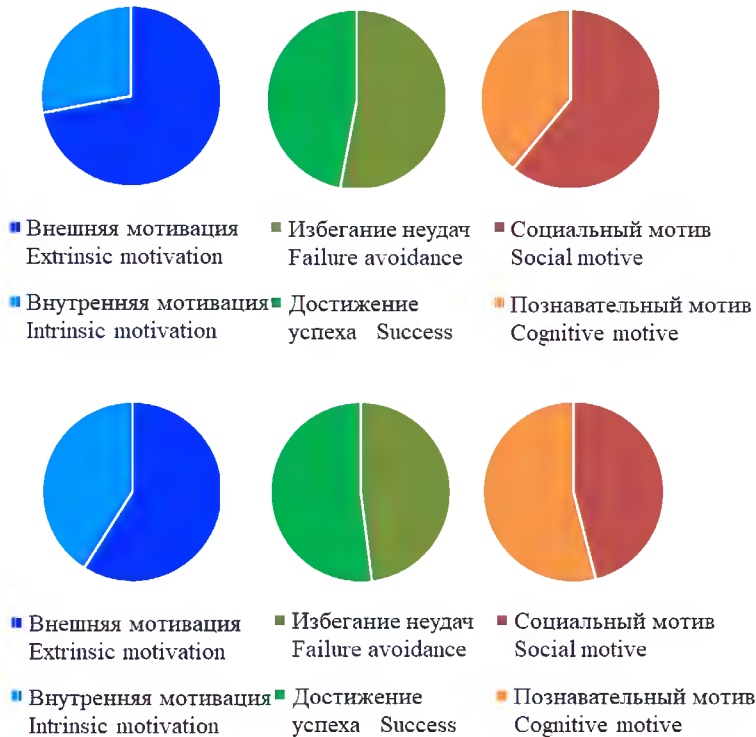


Рис. 6. Результаты исследования мотивационной сферы 64 студентов филологического факультета РУДН. Верхний ряд – результаты до обучения, нижний ряд – результаты после обучения

Fig.6. The results of a study of the motivation of 64 students of the Faculty of Philology of the RUDN. Top row – results before training, bottom row – results after training

Учитывались ответы только тех студентов, кто выполнил все тесты дважды – в начале и по окончании первого семестра в рамках курса «Математика». Это 65 студентов направления «Телевидение» и 198 студентов направления «Реклама и связи с общественностью». Курс КСЕ студенты направления «Теле-

видение» также изучали в первом семестре, а направления «Реклама и связи с общественностью» в первом семестре не изучали.

Усредненные значения баллов эпистемологических представлений по трем методам показали, что 47 % первокурсников воспринимают знание как абсолютное, 32 % – как переходное, 17 % – как независимое, 4 % – как контекстное. Если целенаправленно не заниматься развитием эпистемологических представлений студентов, порядка 80 % из них не смогут эффективно работать с когнитивными заданиями курса.

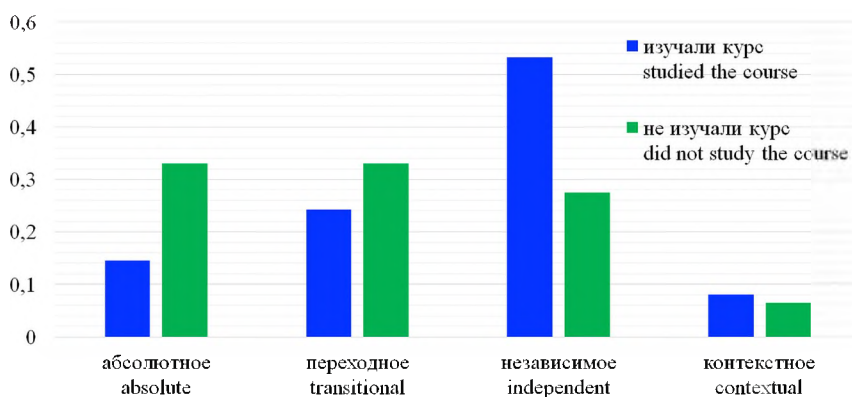


Рис. 7. Восприятие знания студентами экспериментальной группы (65 человек, изучали КСЕ) и контрольной группы (198 человек, не изучали КСЕ) после первого семестра обучения

Fig. 7. Perception of knowledge by students of the experimental group (65 people, studied CMS) and the control group (198 people, did not study CMS) after the first semester of study

По итогам обучения студенты показали положительную динамику в восприятии знания от абсолютного к контекстному (рис. 7). Частично изменения связаны с эпистемологическим кризисом первого семестра обучения в вузе, преодоление которого скачкообразно выводит многих студентов на следующий уровень восприятия знания (результаты студентов, не изучавших курс КСЕ существенно улучшились). Однако влияние целенаправленного обучения также заметно: при статистически одинаковых результатах констатирующего эксперимента спустя семестр результаты экспериментальной группы (направление «Телевидение», изучают курс КСЕ в первом семестре) и контрольной группы (направление «Реклама и связи с общественностью», изучают курс КСЕ во втором семестре) стали статистически значимо отличаться. Сравнение проведено по двухвыборочному t -критерию для независимых выборок для доверительной вероятности $p = 0,01$.

Оценка *изменения навыков критического мышления* проводилась по результатам выполнения первого и последнего кейсов курса КСЕ. Задания кейсов являются инструментом не только обучения, но и диагностики. Выбранные для оценивания навыки взяты из разработанной автором условной модели критического мышления, построенной на основе определения критического мышления [10]. Для построения графика обработаны результаты 187 студентов направлений «Филология», «Телевидение», «Реклама и связи с общественностью». За время изучения курса у студентов заметно улучшились многие когнитивные навыки (рис. 8).



Рис. 8. Изменение когнитивных навыков 187 студентов по результатам выполнения заданий кейсов (в долях от максимума, где максимум = 1)

Fig. 8. Change in cognitive skills of 187 students based on the results of completing case assignments (in fractions of the maximum, where maximum = 1)

Заключение

Основным предназначением дисциплины КСЕ является приобщение студентов-гуманитариев к естественно-научной культуре, включая формирование у них представлений о научной картине мира, вооружение их научным методом, развитие мышления. Поэтому курс КСЕ был изменен так, чтобы естествознание демонстрировалось не как набор устоявшихся законов и теорий, а как способ мышления и инструмент познания мира. Критическое мышление как средство познания Природы и человека стало связующим звеном гуманитарно-художественной и научной культуры и приоритетной целью обучения КСЕ.

Такое целеполагание обусловило особое внимание к развитию эпистемологических представлений учащихся и формированию навыков примене-

ния научного метода – формализации критического мышления – к широкому спектру проблемных задач. Это повлекло дополнение содержания теоретической линии теориями, важными для осуществления инфузионного или смешанного подходов к развитию критического мышления и информацией, влияющей на эпистемологические представления студентов, а также введение практической линии, обеспечивающей формирование навыков применения научного метода.

Результаты исследования показали, что объявление развития критического мышления приоритетной целью курса, помещение научного метода в центр стратегии обучения, включение в практическую линию кейс-практикума с экспериментами и проектами в положительную сторону меняют учебную мотивацию студентов-гуманитариев, способствуют развитию их эпистемологических представлений, формируют навыки применения научного метода, развивают когнитивные навыки. Такое построение курса отвечает целям его введения и положительно воспринимается студентами.

Список использованных источников

1. Snow C. P. The Two Cultures. London: Cambridge University Press, 1998 [1959]. 107 p. Available from: <http://intelligentagent.com/RISD/TheTwoCultures.pdf> (date of access: 08.03.2023).
2. Голубева О. Н., Суханов А. Д. Новый подход к содержанию дисциплины «Концепции современного естествознания» // Физическое образование в ВУЗах. 1999. Т. 5, № 4. С. 23–29. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9956493> (дата обращения: 05.03.2023).
3. Voronov V. K., Grechneva M. V., Gerashchenko L. A. The Program of Lecture Course “Concepts of Modern Natural Sciences” // American Journal of Educational Research. 2013. Vol. 1, № 8. P. 344–349. DOI: 10.12691/education-1-8-12
4. Гинзбург В. Л. Разум и вера // Вестник РАН. 1999. Т. 69, № 6. С. 546–552. Режим доступа: <http://lib.ru/HRISTIAN/ATH/ginzburg1.txt> (дата обращения: 05.03.2023).
5. Tari D. K., Rosana D. Contextual Teaching and Learning to Develop Critical Thinking and Practical Skills // Journal of Physics Conference Series. 2019. Vol. 1235 Article number 012102. DOI: 10.1007/978-3-319-12835-1_2
6. Делёз Ж. Складка. Лейбниц и барокко / Посл. В. А. Подороги ; пер. Б. М. Скуратова. М.: Логос, 1997. 264 с.
7. Reed J. H. Effect of a model for critical thinking on student achievement in primary source document analysis and interpretation, argumentative reasoning, critical thinking dispositions, and history content in a community college history course: a dissertation for the degree of Doctor of Philosophy. 1998. Available from: www.criticalthinking.org/resources/JReed-Dissertation.pdf (date of access: 07.03.2023).
8. Singh T. S. Problems of teaching science at higher secondary level // Global Journal of Applied Engineering in Computer Science and Mathematics (GJAECMSA) – Special Edition 1. 2022. P. 82–84. Available from: https://www.stjosephuniv.edu.in/gjaecmsa/arc_2_sp_issue_apr_2022.htm (date of access: 06.03.2023).
9. Полонников А. А. О миссии гуманитарного обучения в высшей технической школе // Высшее образование в России. 2022. Т. 31, № 4. С. 79–91. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-4-79-91
10. Солодихина М. В. Критическое мышление в высшем естественнонаучном образовании: определение и содержание понятия: монография. М.: МПГУ, 2022. 164 с. DOI: 10.31862/9785426310650
11. Свиридов В. В., Кочукова М. В. Структурирование предметной области на основе системного подхода // Известия Воронежского государственного педагогического университета.

2017. № 1 (274). С. 92–97. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28912536> (дата обращения: 02.03.2023).

12. Одинцова Н. И. Естественнаучная картина мира как новая дисциплина в системе высшего образования // *Современные направления развития вузовского образования: коллективная монография*. Ульяновск: ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2019. С. 236–245. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38309757> (дата обращения: 03.03.2023).

13. Leighton J. P., Cui Y., Cutumisu M. Key information processes for thinking critically in data-rich environments // *Frontiers in Education*. 2021. № 6. DOI: 10.3389/educ.2021.561847

14. Эйнштейн А. Собрание научных трудов / Под ред. И. Е. Тамм, Я. А. Смородинского, Б. Г. Кузнецова. М.: Наука, 1967. Т. 4. Режим доступа: https://platona.net/load/knigi_po_filosofii/klassiki_nauki/ehjnshtejn_a_sobranie_nauchnykh_trudov_v_chetyrekh_tomakh_1965_1967/52-1-0-975 (дата обращения: 08.03.2023).

15. Ennis R. H. Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research // *Educational Researcher*. 1989. № 18 (3). P. 4–10. DOI: 10.3102/0013189X018003004

16. Al-Ghadouni A. M. Instructional Approaches to Critical Thinking: An Overview of Reviews // *Revista Argentina de Clínica Psicológica*. 2021. Vol. 30, № 1. P. 240–246. DOI: 10.24205/03276716.2020.2020

17. Alberts B. Why science education is more important than most scientists think // *FEBS Letters*. 2022. № 596. P. 149–159. DOI: 10.1002/1873-3468.14272

18. Adams D. Critical Thinking, the Scientific Method, and Page 25 of Gilbert. 1998. Available from: http://sdb.bio.purdue.edu/SDBEduca/dany_adams/critical_thinking.html (date of access: 28.02.2023).

19. Agustinasari A., Susilawati E., Yulianci S., Fiqry R. et al. The implementation of inquiry by using local potential to improve critical thinking skills in Bima // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1933, № 1. DOI: 10.1088/1742-6596/1933/1/012078

20. Yulianci S., Asriyadin, Nurjumiati, Kaniawati I. et al. Preliminary analysis of module development by setting arguments through the application of scientific inquiry models to improve students' scientific attitudes // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. Vol. 1806, № 1. DOI: 10.1088/1742-6596/1806/1/012021

21. Blatti J. L., Garcia J., Cave D., Monge F. et al. Systems thinking in science education and outreach toward a sustainable future // *Journal of Chemical Education*. 2019. Vol. 96, № 12. P. 2852–2862. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00318

22. Dong Y., Yin H., Du S., Wang A. The effects of flipped classroom characterized by situational and collaborative learning in a community nursing course: A quasi-experimental design // *Nurse Education Today*. 2021. Vol. 105. DOI: 10.1016/j.nedt.2021.105037

23. Скрипко З. А. Использование практических методов при изучении предмета «Естественно-научная картина мира» студентами-гуманитариями // *Научно-педагогическое обозрение*. 2020. № 3 (31). С. 144–150. DOI: 10.23951/2307-6127-2020-3-144-150

24. Смирнов Г. В. Менделеев [Электрон. ресурс] // *Жизнь замечательных людей*. Вып 12 (544). М.: Молодая гвардия, 1974. 336 с. Режим доступа: <https://prussia.online/books/mendelev> (дата обращения: 05.03.2023).

25. Baxter Magolda M. B. Knowing and Reasoning in College Students; gender-related patterns in students' intellectual development. San-Francisco: Jossey-Bass. 1992. 446 p. Available from: https://books.google.ru/books?id=0CqdAAAAMAAJ&redir_esc=y (date of access: 1.03.2023).

26. Hofer B. K., Pintrich P. R. Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2002. DOI: 10.4324/9781410604316

27. Jiménez L. G. El desarrollo del pensamiento crítico y de una conciencia social crítica: metodología y prácticas pedagógicas de un curso de nivel intermedio B1 de ELE // *Revista Internacional de Lenguas Extranjeras*. 2017. Vol. 6. P. 9–30. Available from: <https://raco.cat/index.php/RILE/article/view/328547> (date of access: 01.03.2023).

28. Günther S. L., Fleige J., Upmeyer zu Belzen A., Krüger D. Using the Case Method to Foster Pre-service Biology Teachers' Content Knowledge and Pedagogical Content Knowledge Related to Models and Modeling // Journal of Science Teacher Education. 2019. Vol. 30, № 4. P. 321–343. DOI: 10.1080/1046560X.2018.1560208
29. Minniti L. F. S., Melo J. S. M., Oliveira R. D., Salles J. A. A. The Use of Case Studies as a Teaching Method in Brazil // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2017. Vol. 237. P. 373–377. DOI: 10.1016/j.sbspro.2017.02.024
30. Solodikhina M. V. *Solodikhina A. A. Natural-Scientific Cases As A Tool For The Development Of Critical Thinking* // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS. 2021. Vol. 116. P. 1532–1545. DOI: 10.15405/epsbs.2021.09.02.171
31. Barnett R. Higher Education: A Critical Business. Buckingham: Open University Press, 1997. Available from: https://books.google.ru/books?id=1a_pAAAAQBAJ&redir_esc=y (date of access: 08.03.2023).
32. Hidayati N., Zubaidah S., Suarsini E., Praherdhiono H. The Relationship between Critical Thinking and Knowledge Acquisition: The Role of Digital Mind Maps-PBL Strategies // International Journal of Information and Education Technology. 2020. № 10. P. 140–145. DOI: 10.18178/ijiet.2020.10.2.1353
33. Hasni A., Bousadra F., Belletête V., Benabdallah A. et al. Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: a systematic review // Studies in Science Education. 2016. Vol. 52. P. 199–231. DOI: 10.1080/03057267.2016.1226573
34. Cortázar C., Nussbaum M., Harcha J., Alvares D., López F., Goñi J., Cabezas V. Promoting critical thinking in an online, project-based course // Computers in Human Behavior. 2021. Vol. 119. Article number 106705. DOI: 10.1016/j.chb.2021.106705
35. Almulla M. A. The Effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) Approach as a Way to Engage Students in Learning // SAGE Open. 2020. Vol 10 (3). DOI: 10.1177/2158244020938702
36. Корешникова Ю. Н. Развитие критического мышления в современном российском обществе: что дает университет? // Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. 2019. № 6. С. 91–110. DOI: 10.14515/monitoring.2019.6.06
37. Солодихина М. В. Сборник кейс-задач по интегрированным естественнонаучным курсам (Серия «Современное естествознание»). М.: Прометей, 2020. 156 с.
38. Wade S., Kidd C. The role of prior knowledge and curiosity in learning // Psychonomic Bulletin & Review. 2019. Vol. 26. P. 1377–1387 DOI: 10.3758/s13423-019-01598-6
39. Oyamaa Y., Manalob E., Nakatanic Y. The Hemingway effect: How failing to finish a task can have a positive effect on motivation // Thinking Skills and Creativity. 2018. Vol. 30. P. 7–18. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.01.001
40. Solodikhina M. V., Odintsova N. I., Odintsova E. E. Natural-scientific cases as an instrument for assessment of logical thinking // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1691. Article number 012218. DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012218
41. Желеева А. В. Диагностика мотивации школьников к изучению физики // Наука и школа. 2015. № 4. С. 155–161. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-motivatsii-shkolnikov-k-izucheniyu-fiziki> (дата обращения: 03.03.2023).
42. Федоров А. А. Русскоязычная версия шкалы конструктивистских эпистемологических убеждений: психометрический анализ // Reflexio. 2020. Т. 13, № 1. С. 49–59. DOI: 10.25205/2658-4506-2020-13-1-49-59

References

1. Snow C. P. The two cultures [Internet]. London: Cambridge University Press; 1998 [cited 2023 Mar 08]. 107 p. Available from: <http://intelligentagent.com/RISD/TheTwoCultures.pdf>

2. Golubeva O. N., Sukhanov A. D. A new approach to the content of the discipline "Concepts of modern natural science". *Fizicheskoe obrazovanie v VUZakh = Physical Education in Universities* [Internet]. 1999 [cited 2023 Mar 05]; 5 (4): 23–29. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9956493> (In Russ.)
3. Voronov V. K., Grechneva M. V., Gerashchenko L. A. The program of lecture course "Concepts of Modern Natural Sciences". *American Journal of Educational Research*. 2013; 1 (8): 344–349. DOI: 10.12691/education-1-8-12
4. Ginzburg V. L. Reason and faith. *Vestnik RAN = Bulletin of the Russian Academy of Sciences* [Internet]. 1999 [cited 2023 Mar 05]; 69 (6): 546–552. Available from: <http://lib.ru/HRISTIAN/ATH/ginzburg1.txt> (In Russ.)
5. Tari D. K., Rosana D. Contextual teaching and learning to develop critical thinking and practical skills. *Journal of Physics Conference Series*. 2019; 1233: 012102. DOI: 10.1007/978-3-319-12835-1_2
6. Deleuze Z. Skladka. Lejbnic i barokko = The Fold. Leibniz and the Baroque. Moscow: Publishing House Logos; 1997. 264 p. (In Russ.)
7. Reed J. H. Effect of a model for critical thinking on student achievement in primary source document analysis and interpretation, argumentative reasoning, critical thinking dispositions, and history content in a community college history course: A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy [Internet]. 1998 [cited 2023 Mar 07]. Available from: www.criticalthinking.org/resources/JReed-Dissertation.pdf.
8. Singh T. S. Problems of teaching science at higher secondary level. *Global Journal of Applied Engineering in Computer Science and Mathematics (GJAECMSA) – Special Edition 1* [Internet]. 2022 [cited 2023 Mar 06]; 82–84. Available from: https://www.stjosephuniv.edu.in/gjaecmsa/arc_2_sp_issue_apr_2022.htm
9. Polonnikov A. A. About the mission of liberal education in higher technical school. *Vyshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2022; 31 (4): 79–91. DOI: 10.31992/0869-3617-2022-31-4-79-91 (In Russ.)
10. Solodikhina M. V. Kriticheskoe myshlenie v vysshem estestvennonauchnom obrazovanii: opredelenie i sodержanie ponyatiya = Critical thinking in higher natural science education: Definition and content of the concept. Moscow: MPGU; 2022. 164 p. DOI: 10.31862/9785426310650 (In Russ.)
11. Sviridov V. V., Kochukova M. V. Structuring the subject area based on a systematic approach. *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Proceedings of the Voronezh State Pedagogical University* [Internet]. 2017 [cited 2023 Mar 02]; 1 (274): 92–97. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28912536> (In Russ.)
12. Odintsova N. I. Estestvennonauchnaya kartina mira kak novaya disciplina v sisteme vysshego obrazovaniya = Natural science picture of the world as a new discipline in the system of higher education. In: Nagornova A. Yu., Mikheev T. B. (Eds.). *Sovremennye napravleniya razvitiya vuzovskogo obrazovaniya = Modern trends in the development of higher education* [Internet]. Ulyanovsk: Publishing House Zebra; 2019 [cited 2023 Mar 03]. p. 236–245. Available from: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38309757> (In Russ.)
13. Leighton J. P., Cui Y., Cutumisu M. Key information processes for thinking critically in data-rich environments. *Frontiers in Education*. 2021; 6. DOI: 10.3389/feduc.2021.561847
14. Einshtein A. *Sobranie nauchnykh trudov = Collection of scientific papers* [Internet]. Ed. by Tamm I. E., Smorodinskij Ya. A., Kuznetsov B. G. Moscow: Publishing House Nauka; 1967 [cited 2023 Mar 08]. Vol. 4. Available from: https://platon.net/load/knigi_po_filosofii/klassiki_nauki/ehjnshtejn_a_sobranie_nauchnykh_trudov_v_chetyrekh_tomakh_1965_1967/52-1-0-975 (In Russ.)
15. Ennis R. H. Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher*. 1989; 18 (3): 4–10. DOI: 10.3102/0013189X018003004
16. Al-Ghadouni A. M. Instructional approaches to critical thinking: An overview of reviews. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*. 2021; 30 (1): 240–246. DOI: 10.24205/03276716.2020.2020

17. Alberts B. Why science education is more important than most scientists think. *FEBS Letters*. 2022; 596: 149–159. DOI: 10.1002/1873-3468.14272
18. Adams D. Critical thinking, the scientific method, and page 25 of Gilbert [Internet]. 1998 [cited 2023 Feb 28]. Available from: <http://intelligentagent.com/RISD/TheTwoCultures.pdf>
19. Agustinasari A., Susilawati E., Yulianci S., Fiqry R., et al. The implementation of inquiry by using local potential to improve critical thinking skills in Bima. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021; 1933 (1). DOI: 10.1088/1742-6596/1933/1/012078
20. Yulianci S., Asriyadin, Nurjumiati, Kaniawati I., et al. Preliminary analysis of module development by setting arguments through the application of scientific inquiry models to improve students' scientific attitudes. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021; 1806 (1). DOI: 10.1088/1742-6596/1806/1/012021
21. Blatti J. L., Garcia J., Cave D., Monge F., et al. Systems thinking in science education and outreach toward a sustainable future. *Journal of Chemical Education*. 2019; 96 (12): 2852–2862. DOI: 10.1021/acs.jchemed.9b00318
22. Dong Y., Yin H., Du S., Wang A. The effects of flipped classroom characterized by situational and collaborative learning in a community nursing course: A quasi-experimental design. *Nurse Education Today*. 2021; 105. DOI: 10.1016/j.nedt.2021.105037
23. Skripko Z. A. The use of practical methods in the study of the subject “natural science picture of the world” by humanities students. *Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie = Pedagogical Review*. 2020; 3 (31): 144–150. DOI: 10.23951/2307-6127-2020-3-144-150 (In Russ.)
24. Smirnov G. V. Mendelev. Zhizn' zamechatel'nykh lyudei = Mendelev. The lives of wonderful people [Internet]. 1974. Vol. 12 (544). Moscow: Publishing House Molodaya gvardiya; 1974 [cited 2023 Mar 05]. 336 p. Available from: <https://prussia.online/books/mendelev> (In Russ.)
25. Baxter Magolda M. B. Knowing and reasoning in college students; gender-related patterns in students' intellectual development [Internet]. S. Francisco, Jossey-Bass; 1992 [cited 2023 Mar 01]. 446 p. Available from: https://books.google.ru/books?id=0CqdAAAAMAAJ&redir_esc=y
26. Hofer B. K., Pintrich P. R. Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates; 2002. DOI: 10.4324/9781410604316
27. Jiménez L. G. El desarrollo del pensamiento crítico y de una conciencia social crítica: metodología y prácticas pedagógicas de un curso de nivel intermedio B1 de ELE. *Revista Internacional de Lenguas Extranjeras* [Internet]. 2017 [cited 2023 Mar 01]; 6: 9–30. Available from: <https://raco.cat/index.php/RILE/article/view/328547> (In Spanish)
28. Günther S. L., Fleige J., Upmeyer zu Belzen A., Krüger D. Using the case method to foster pre-service biology teachers' content knowledge and pedagogical content knowledge related to models and modeling. *Journal of Science Teacher Education*. 2019; 30 (4): 321–343. DOI: 10.1080/1046560X.2018.1560208
29. Minniti L. F. S., Melo J. S. M., Oliveira R. D., Salles J. A. A. the use of case studies as a teaching method in Brazil. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2017; 237: 373–377. DOI: 10.1016/j.sbspro.2017.02.024
30. Solodikhina M. V. Solodikhina A. A. Natural-scientific cases as a tool for the development of critical thinking. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences EpSBS*. 2021; 116: 1532–1545. DOI: 10.15405/epsbs.2021.09.02.171
31. Barnett R. Higher education: A critical business [Internet]. Buckingham: Open University Press; 1997 [cited 2023 Mar 08]. Available from: https://books.google.ru/books?id=1a_pAAAAQBAJ&redir_esc=y
32. Hidayati N., Zubaidah S., Suarsini E., Praherdhiono H. The relationship between critical thinking and knowledge acquisition: The role of digital mind maps-PBL strategies. *International Journal of Information and Education Technology*. 2020; 10: 140–145. DOI: 10.18178/ijiet.2020.10.2.1353

33. Hasni A., Bousadra F., Belletête V., Benabdallah A., et al. Trends in research on project-based science and technology teaching and learning at K–12 levels: A systematic review. *Studies in Science Education*. 2016; 52 (2): 199–231. DOI: 10.1080/03057267.2016.1226573
34. Cortázar C., Nussbaum M., Harcha J., Alvares D., López F., Goñi J., Cabezas V. Promoting critical thinking in an online, project-based course. *Computers in Human Behavior*. 2021; 119: 106705. DOI: 10.1016/j.chb.2021.106705
35. Almulla M. A. The effectiveness of the Project-Based Learning (PBL) approach as a way to engage students in learning. *SAGE Open*. 2020; 10 (3). DOI: 10.1177/2158244020938702
36. Koreshnikova Y. N. Critical thinking in modern society: What do universities provide? *Monitoring obshchestvennogo mneniya: Ekonomicheskie i social'nye peremeny* = *Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*. 2019; 6: 91–110. DOI: 10.14515/monitoring.2019.6.06 (In Russ.)
37. Solodikhina M. V. Sbornik kejs-zadach po integrirovannym estestvennonauchnym kursam (Serija "Sovremennoe estestvoznanie") = Collection of case studies on integrated natural science courses (Series "Modern Natural Science"). Moscow: Publishing House Prometej; 2020. 156 p. (In Russ.)
38. Wade S., Kidd C. The role of prior knowledge and curiosity in learning. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2019; 26: 1377–1387. DOI: 10.3758/s13423-019-01598-6
39. Oyamaa Y., Manalob E., Nakatanic Y. The Hemingway effect: How failing to finish a task can have a positive effect on motivation. *Thinking Skills and Creativity*. 2018; 30: 7–18. DOI: 10.1016/j.tsc.2018.01.001
40. Solodikhina M. V., Odintsova N. I., Odintsova E. E. Natural-scientific cases as an instrument for assessment of logical thinking. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020; 1691: 012218. DOI: 10.1088/1742-6596/1691/1/012218
41. Zheleeva A. V. The diagnostics of school students' motivation towards learning physics *Nauka i shkola* = *Science and School* [Internet]. 2015 [cited 2023 Mar 03]; 4: 155–161. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/diagnostika-motivatsii-shkolnikov-k-izucheniyu-fiziki> (In Russ.)
42. Fedorov A. A. Russian version of the Constructivist Epistemological Beliefs scale: Psychometric analysis. *Reflexio*. 2020; 13 (1): 49–59. DOI: 10.25205/2658-4506-2020-13-1-49-59 (In Russ.)

Информация об авторе:

Солодихина Мария Владиславовна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики космоса – базовой кафедры ИНАСАН института физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета; доцент учебно-научного института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов; ORCID 0000-0003-0725-601X, ResearcherID HHZ-3846-2022, SPIN-код 7709-4562, AuthorID 779818; Москва, Россия. E-mail: mv.solodikhina@mpgu.su, solodikhina-mv@rudn.ru

Информация о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 10.03.2023; поступила после рецензирования 26.04.2023; принята к публикации 03.05.2023.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

Information about the author:

Maria V. Solodikhina – Cand. Sci. (Education), Associate Professor, Department of Space Physics – the Basic Department of the INASAN Institute of Physics, Technology and Information Systems, Moscow Pedagogical State University (MPSU); Associate Professor, Educational and Scientific Institute of Gravity and Cosmology, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN); ORCID 0000-0003-0725-601X, ResearcherID HHZ-3846-2022, SPIN-code 7709-4562, AuthorID 779818; Moscow, Russia. E-mail: mv.solodikhina@mpgu.su, solodikhina-mv@rudn.ru

Conflict of interest statement. The author declares that there is no conflict of interest.

Received 10.03.2023; revised 26.04.2023; accepted for publication 03.05.2023.

The author has read and approved the final manuscript.

Información sobre el autor:

María Vladislávovna Solodíjina: Candidata a Ciencias de la Pedagogía, Profesora Asociada del Departamento de Física Espacial – Departamento Básico del Instituto de Física, Tecnología y Sistemas de Información del Instituto de Física, Tecnología y Sistemas de Información de la Universidad Estatal Pedagógica de Moscú; Profesora Asociada, Instituto Educativo y Científico de Gravedad y Cosmología, Universidad Rusa de la Amistad de los Pueblos; ORCID 0000-0003-0725-601X, ResearcherID HHZ-3846-2022, SPIN-code 7709-4562, AuthorID 779818; Moscú, Rusia. Correo electrónico: mv.solodikhina@mpgu.su, solodikhina-mv@rudn.ru

Información sobre conflicto de intereses. El autor declara no tener conflictos de intereses.

El artículo fue recibido por los editores el 10/03/2023; recepción efectuada después de la revisión el 26/04/2023; aceptado para su publicación el 03/05/2023.

El autor leyó y aprobó la versión final del manuscrito.