

УДК 37.01:372.8

DOI 10.17513/snt.39809

ВИДЫ УЧЕБНЫХ КЕЙСОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Якунчев М.А., Осинин Р.В., Семенова Н.Г., Журавлева Е.В.

ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева»,
Саранск, e-mail: natashasemenovak@mail.ru

В статье актуализируется необходимость целенаправленного формирования у обучающихся функциональной грамотности в общеобразовательной естественнонаучной подготовке. Это в полной мере относится к биологии, изучающей живые системы, потенциал которой в отношении обозначенного вида грамотности с позиции стимулирования познавательной активности обучающихся задействован недостаточно. В качестве одного из средств преодоления названного барьера указывается включение в процесс биологической подготовки специально разработанных учебных кейсов. Как наиболее приемлемые их виды предложены обучающие, практические и исследовательские кейсы. С учетом требований международных программ по оценке качества обучения такие кейсы для их содержательного наполнения должны включать знания трех категорий – научные, процедурные и эпистемологические. При разработке учебных кейсов, как показала педагогическая практика авторов, следует учитывать, что они лучше воспринимаются и лучше выполняются обучающимися в случае, если будут краткими, компактными, понятными. Кейс также должен состоять из трех частей – сюжетной, информационной и методической. В последней из них необходимо указывать вопросы и задания, побуждающие обучающихся к активным познавательным действиям и выражению собственного отношения к событиям предложенного сюжета.

Ключевые слова: функциональная грамотность, естественнонаучная подготовка обучающихся, виды учебных кейсов, кейсы по биологии с содержанием материала об организме человека

Исследование выполнено в рамках гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям научной деятельности вузов-партнеров по сетевому взаимодействию (ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет» и ФГБОУ ВО «Мордовский государственный педагогический университет имени М.Е. Евсевьева») по теме «Формирование познавательной активности в предметной подготовке обучающихся посредством учебных кейсов».

TYPES OF LEARNING CASES TO DEVELOP FUNCTIONAL LITERACY IN NATURAL SCIENCE TRAINING OF STUDENTS

Yakunchev M.A., Osinin R.V., Semenova N.G., Zhuravleva E.V.

Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evsevev, Saransk,
e-mail: natashasemenovak@mail.ru

The article actualizes the need for purposeful formation of functional literacy among students in general education natural science training. This fully applies to biology, which studies living systems, the potential of which in relation to the designated type of literacy from the standpoint of stimulating the cognitive activity of students is not used enough. As one of the means of overcoming this barrier, the inclusion of specially designed training cases in the process of biological preparation is indicated. The most acceptable types of them are educational, practical and research. Taking into account the requirements of international programs for assessing the quality of education, such cases for their meaningful content should include knowledge of three categories – scientific, procedural and epistemological. When developing training cases, as the pedagogical practice of the authors has shown, it should be taken into account that they are better perceived and performed by students if they are short, compact, understandable. The case should also consist of three parts – plot, informational and methodical. In the last of them, it is necessary to indicate questions and tasks that encourage students to active cognitive actions and express their own attitude to the events of the proposed plot.

Keywords: functional literacy, natural science training of students, types of training cases, biology cases with content about the human body

The study was carried out within the framework of a grant for carrying out research work in priority areas of scientific activity of partner universities in network interaction (South Ural State Humanitarian Pedagogical University and Mordovia State Pedagogical University named after M.E. Evsevev) on the topic "Formation of cognitive activity in subject training of students through educational cases".

В условиях необходимости повышения качества российского общего образования познавательная деятельность школьников признается одним из важнейших аспектов успешной организации процесса обучения. Именно обучение как специфический вид познания во многом обеспечивает полноценное освоение знаний, умений и навыков,

накопление опыта эмоционально-ценностного отношения к объектам окружающего мира, а также опыта творчества – всех компонентов содержания учебного материала, заявленных в федеральных государственных образовательных стандартах. Не случайно исследователи утверждают, что познавательная деятельность – это единство чувственного восприятия, теоретического мышления и практической деятельности школьников. Она реализуется в различных видах действий и социальных взаимоотношений, но только в процессе обучения познание приобретает четкое оформление в специфической, присущей только человеку учебно-познавательной деятельности – учении [1]. В такой деятельности при овладении обучающимися названными выше компонентами содержания учебного материала, несомненно, особое место должно отводиться активности, рассматриваемой одновременно как психическое состояние познающего субъекта и его личностное качество, в совокупности выражающие отношение к процессу познания. Получается, что познавательная активность вполне может выступать основой учения, если она постоянно актуализируется, закрепляется и развивается. Вместе с этим познавательная активность носит поисковый характер, побуждающий обучающихся к самостоятельному обнаружению и использованию наиболее рациональных способов осмысления и решения поставленных проблем. Вполне закономерной предстает установка ученых-педагогов и педагогов-практиков на поиск и применение эффективных средств активизации познавательной деятельности, одним из которых выдвигается решение обучающимися учебных кейсов [2–4]. Авторы солидарны с исследователями в том, что выполнение обозначенной процедуры во многом объясняется настоятельной необходимостью формирования функциональной грамотности. Именно с ней, как со способностью использовать освоенные компоненты содержания учебного материала для анализа жизненно важных ситуаций, общения и социальных отношений, связывается интеллектуальное, физическое и нравственное развитие человека. Грамотный человек продуктивнее мыслит, точнее формулирует умозаключения, лучше справляется с возникающими проблемами, эффективнее выстраивает здоровый образ жизни, активнее демонстрирует высокое сознание, нравственные чувства и поведение в соответствии с идеалами морали, успешнее достигает результатов в сотрудничестве, удачнее выстраивает карьеру [5, 6].

Цель исследования состоит в разработке и опытно-экспериментальной апробации учебных кейсов для формирования функциональной грамотности в естественнонаучной подготовке обучающихся.

Материалы и методы исследования

Материалами в исследовании послужили ранее опубликованные работы, которые стали основой конкретизации сущности функциональной грамотности обучающихся в естественнонаучной подготовке, учебных кейсах и их конструкции в зависимости от предназначения. В качестве теоретических методов выступили анализ опубликованных источников по заявленной теме, систематизация и обобщение исследовательского материала, а в качестве эмпирических – педагогический эксперимент, косвенное наблюдение, беседа с обучающимися, элементарные математические расчеты полученных количественных данных и их истолкование.

Результаты исследования и их обсуждение

Каждый из предметов учебного плана общеобразовательной школы имеет определенный потенциал для формирования функциональной грамотности с использованием учебных кейсов при задействовании соответствующих средств активизации познавательной деятельности. Это в полной мере относится к естественным наукам как предметной области вообще и к биологии в частности. Она ориентирована на овладение обучающимися естественнонаучной составляющей функциональной грамотности в части изучения живых систем. К одной из таких систем, всегда вызывающей у обучающихся особый интерес, относится организм человека – их собственный организм. Соответствующий материал представлен в кейсах международных диагностических исследований оценки функциональной грамотности (PIRLS, TIMSS, PISA). Чтобы их успешно выполнять, необходимо широкое использование в образовательной практике учебных кейсов, о чем в отношении биологии для всех уровней общего образования пока говорить не приходится. Объективно существует проблема разработки разных типов и видов учебных кейсов, их применения в практике формирования функциональной грамотности обучающихся на основе использования учебного материала об организме человека, прежде всего, в урочной деятельности. Именно она охватывает без исключения всех обучающихся вне зависимости от их предметной заинтересованности.

При изучении организма человека с помощью учебных кейсов у учителя-предметника возникает объективная возможность вовлечения в сферу познания научных, процедурных и эпистемологических знаний. Далее конкретизируем их.

Научные знания должны отражать сущность морфологии, анатомии и физиологии человека как самостоятельных отраслей биологической науки, наук, связанных с ними – санитарии, гигиены, валеологии, вирусологии, микробиологии, а также медицины в части профилактики наиболее распространенных инфекционных и неинфекционных заболеваний. Важны знания о смыслах понятий – жизнь, организм человека как система, метаболизм, гомеостаз, здоровье, болезнь, здоровый образ жизни.

Процедурные знания должны отражать приоритетные методы получения научного знания об организме человека – экспериментальный, инструментальный, биохимический, функциональный, биометрический, клинический, сравнительный, описательный, аналитический. Важны знания об исследовательских операциях – целеполагании, анализе уже имеющейся информации, выдвижении гипотезы, выполнении эксперимента, способах сбора данных и представления нового знания; сущности и видах объяснения; сущности и структуре аргументации; сущности и структуре доказательства.

Эпистемологические знания должны отражать объекты (предметы, явления, процессы) и принципы познания организма человека, категории знаний в биологии человека (фундаментальное и прикладное, теоретическое и эмпирическое), категории обобщенного знания в биологии человека (теории и учения, подходы и принципы, законы и закономерности).

Для целенаправленной разработки учебных кейсов следует определиться с соответствующим понятием. В литературе обнаруживается несколько определений понятия «учебный кейс» метапредметного назначения [7–9]. К сожалению, определения данного понятия предметного назначения в ней

не представлено. Авторы предлагают следующую его формулировку: «учебный кейс при изучении организма человека как живой системы – это специально разработанное задание, состоящее из описания ситуации по выбранному формату в отношении организма человека, его частей, клеток, тканей, органов и их систем, особенностей функционирования, реакций на факторы внутреннего и внешнего воздействия для формирования у обучающихся грамотности в решении учебных и особенно жизненно важных задач, побуждая их к активной познавательной деятельности». Иначе говоря, учебный кейс в данном случае представляется как своего рода инструмент, с помощью которого в процесс обучения привносится часть реальной жизни, связанной с познанием собственного организма и его «работы».

Определимся с видами учебных кейсов, наиболее приемлемыми при изучении обучающихся организма человека. Практика составления авторами учебных кейсов с задействованием знаний научного, процедурного и эпистемологического смысла показала, что в предметной подготовке лучше использовать виды кейсов, классифицируемые по их назначению. Обобщенно они представлены в таблице.

Обратим внимание на структуру учебного кейса. Кейс должен состоять из трех частей. Первая часть – сюжетная, содержит описание ситуации, произошедшей с организмом человека как живой системой; вторая – информационная, включает материалы для лучшего осмысления сюжетной части, а также оценки явлений в отношении организма человека при указании выбранного направления выхода из ситуации; третья – методическая, связана с поиском ответов на поставленные вопросы и выполнением заданий для формулирования собственного отношения к ситуации при использовании конкретных способов ее разрешения. По объему содержания материала учебный кейс должен быть кратким, компактным и понятным для обучающихся соответствующего возраста.

Виды учебных кейсов по признаку назначения в предметной подготовке

Вид кейса	Содержание кейса	Назначение кейса
Обучающий	Ситуации учебного характера	Для овладения содержанием учебного материала – научными, процедурными и эпистемологическими знаниями, интеллектуальными и специальными умениями
Практический	Ситуации жизненно важного характера	Для овладения способами решения задач практического смысла на основе использования научных и процедурных знаний
Исследовательский	Ситуации поискового характера	Для овладения способами решения задач исследовательского смысла на основе использования научных, процедурных и эпистемологических знаний

Приведем примеры учебных кейсов. Они прошли апробацию в опытно-экспериментальном режиме при изучении восьмиклассниками организма человека. В исследовании на протяжении одного учебного года приняли участие 116 обучающихся из четырех классов разных общеобразовательных организаций. Их возрастной и гендерный состав в каждом из классов были примерно одинаковыми.

Обучающий кейс

Сюжетная часть (необходимо внимательно прочитать текст, отражающий ситуацию освоения учебного материала и умения его рационально выразить в рабочей тетради): «Известно, что человек является гетеротрофным организмом, получая все необходимые вещества с пищей. Однако они усваиваются при предварительной механической и химической обработке. Такой процесс протекает в пищеварительной системе, каждый элемент которой выполняет специфические функции. Это в полной мере относится к тонкому отделу кишечника, обеспечивающему собственно переваривание, или «переход» питательных веществ в организм. Каково строение названного отдела кишечника, как он функционирует и для чего каждому из нас нужны такие знания?»

Информационная часть (необходимо воспользоваться предложенным материалом, который может послужить ориентиром в разрешении возникшей ситуации). Из желудка измельченная, смешанная с ферментами и желудочным соком пищевая масса попадает в тонкую кишку, имеющую у взрослого человека длину до 5–6 м. В ней выделяют три отдела – двенадцатиперстную, тощую и подвздошную кишки. В двенадцатиперстной кишке под воздействием ферментов и секрета поджелудочной железы расщепляются белки, жиры и углеводы. Дополнительная обработка происходит желчью, которая во время еды поступает порциями. В тощей и подвздошной кишках происходит наиболее интенсивное переваривание – пристеночное и полостное, а также всасывание глюкозы и аминокислот в кровь, жирных кислот и глицерина – в лимфу, а затем в кровь. Оставшаяся часть пищи благодаря сокращению стенок тонкой кишки перемещается в толстый отдел кишечника.

Методическая часть (необходимо ответить на вопросы, выполнить задания, выразить собственное отношение к событиям сюжета).

Вопросы

1. Почему человека относят к гетеротрофным организмам? При построении от-

вета приведите аргументы, конкретизируя своими примерами.

2. Из чего состоит полноценная пища и почему она должна быть такой?

3. Что означает выражение «сбалансированное питание человека»?

Задания

1. С использованием учебника и собственных знаний о дедуктивной основе выражения мыслей в рабочей тетради составьте логическую схему «Части тонкого отдела кишечника» с кратким указанием морфологических признаков каждой из частей.

2. С использованием доступного источника информации в рабочей тетради выполните схематический рисунок, отражающий в обобщенном виде явление пищеварения в двенадцатиперстной кишке при его сопровождении соответствующими надписями.

3. С использованием знаний об идеальной модели в рабочей тетради отразите модель пищеварения в тонком отделе кишечника с краткими пояснениями.

4. Выразите устно мнение по сущности суждения: «Именно в тонком отделе кишечника происходит собственно переваривание пищи».

Практический кейс

Сюжетная часть (необходимо внимательно прочитать текст, отражающий возникшую ситуацию): «В городскую клинику больницу был доставлен мужчина, попавший в автокатастрофу. Его грудная клетка была пробита с двух сторон, но легкие при этом остались неповрежденными. Несмотря на все усилия врачей, пострадавший умер от того, что он задохнулся».

Информационная часть (необходимо воспользоваться материалом, который может послужить ориентиром в разрешении возникшей ситуации). Грудная клетка – это герметичный, растяжимый, костно-мышечный каркас, в котором расположены жизненно важные органы, включая легкие. Этот каркас под влиянием нервных импульсов способен расширяться. При этом движения ребра несколько приподнимаются. Диафрагма в этот момент вдоха опускается книзу. Расширение грудной клетки и смещение диафрагмы книзу значительно увеличивают объем грудной полости. В связи с этим в герметичных плевральных полостях создается отрицательное давление, объем легких резко увеличивается, дыхательные пути наполняются воздухом, что обеспечивает вдох. Выдох происходит пассивно, при уменьшении объема грудной полости. Каждому человеку нельзя забывать о мерах безопасности и следует избегать получения травм грудной клетки.

Методическая часть (необходимо ответить на вопросы, выполнить задания, выразить собственное отношение к событиям сюжета).

Вопросы

1. Почему человек умер, если его легкие были неповрежденными? При построении ответа используйте причинную основу объяснения.

2. Можно ли было спасти пострадавшего в клинике?

Задания

1. Подумайте и сформулируйте суждения о том, как можно оказать первую помощь человеку с пробитой грудной клеткой. При необходимости можно обратиться к доступным источникам информации.

2. Составьте рекомендации для близких по оказанию первой помощи при открытой травме грудной клетки без проникновения в ее полость.

Исследовательский кейс

Сюжетная часть (необходимо внимательно прочитать текст, отражающий ситуацию выполнения исследования): «Известно, что организм человека – это сложная целостная система, для которой характерна определенная организация ее структуры. Основой строения и развития тела человека является клетка как элементарная структурная, функциональная и генетическая единица живого вещества. Будучи такой единицей многоклеточного организма, клетка в то же время имеет очень сложную структурную и функциональную организацию. Несмотря на то, что клетки имеют общий принцип строения, их формы, размеры и выполняемые функции весьма разнообразны. Как можно объяснить это разнообразие?»

Информационная часть (необходимо воспользоваться предложенным материалом, который послужит ориентиром в решении возникшей ситуации). Клетки с неклеточными структурами образуют ткани, органы, системы органов, в совокупности обеспечивающие полноценное функционирование организма человека. К примеру, эпителиальные клетки в составе ткани бывают плоские, кубические, столбчатые, призматические, цилиндрические и др. Они существуют при малом количестве межклеточного пространства, отличаются большой скоростью деления и хорошими регенерирующими свойствами.

Методическая часть (необходимо ответить на вопросы, выполнить задания, выразить собственное отношение к событиям сюжета).

Вопросы

1. Каков общий принцип построения клеток организма человека? При выражении ответа используйте дедуктивную основу.

2. Как называются отрасли биологической науки, которые занимаются изучением клеток и тканей?

Задания

1. Выполните работу на тему «Изучение строения клеток эпителиальной ткани организма человека». Вам предлагается рассмотреть микропрепараты или рисунки шести видов клеток в составе эпителиальной ткани (плоские, столбчатые, кубические, цилиндрические, ресничные, мерцательные, ороговевающие). На основе материалов сюжетной и информационной частей кейса, ознакомления с описанием данной работы до конца, сформулируйте суждения, которые выражают: а) проблему, которую предстоит решить; б) цель выполнения работы; в) объект, предмет и методы изучения клеток; г) этапы выполнения работы. Выполните работу: внимательно рассмотрите предложенный наглядный материал, выделите особенности в строении клеток, определите их функции и места расположения в органах организма человека (при необходимости можно воспользоваться дополнительной литературой). Полученные результаты отразите в текстовой таблице «Строение клеток эпителиальной ткани и их функции» с графами «Разновидность ткани», «Особенности строения клеток», «Функции клеток», «Местонахождение клеток».

2. Сформулируйте вывод о причинах многообразия эпителиальных клеток. При этом используйте причинную основу формулирования обобщенного суждения.

Выполненное исследование позволяет утверждать, что для целенаправленного формирования естественнонаучной грамотности обучающихся при изучении биологии в части содержания об организме человека важно разрабатывать и использовать учебные кейсы. Как показала практика предметной подготовки, каждый из трех обсуждаемых их видов имеет определенное назначение.

Обучающие кейсы предназначены для приобщения к овладению биологическим знанием, способами его лучшего понимания, общеучебными умениями, ценностными отношениями. Иначе говоря, такие кейсы касаются характера учебной деятельности. Кроме предложенного авторами примера, кейсы могут быть и другими: кейсы, опосредующие учебную информацию об организации и функционировании организма человека; кейсы, направленные

на формирование умений и навыков ухода за собственным организмом, выполнения гигиенических правил и санитарных норм; кейсы, связанные с проведением наблюдений за состоянием организма, влиянием факторов окружающей среды на здоровье человека.

Практические кейсы предназначены для включения в процесс разрешения возникающих ситуаций в повседневной жизни. Зачастую обучающимся приходится прилагать усилия для преодоления трудностей, в связи с чем им важно знать, с чего начать, как действовать, какое решение лучше предпринять. Поэтому кейсы, отражающие реальную действительность в отношении организма человека, его здоровья и культивирования здорового образа жизни, должны получать все большее распространение. При этом важно выбирать материал, который связывает теорию с практикой, к примеру наиболее распространенные инфекционные заболевания и способы их предупреждения, сердечно-сосудистые нарушения и их профилактика, строение и функционирование опорно-двигательного аппарата и значение физической культуры для его укрепления и др.

Исследовательские кейсы предназначены для включения в поисковую деятельность в направлении получения нового знания, имеющего субъективную и (или) объективную окраску. Поэтому кейсы названного вида должны быть связаны с решением новой для обучающихся проблемы на основе задействования таких элементов научного исследования, как наблюдение и самостоятельный анализ фактов, выдвижение гипотезы и ее проверка, использование соответствующих методов познания, формулирование выводов. Более того, с помощью исследовательских кейсов они получают широкую возможность поупражняться в формулировании цели и задач исследования по предложенной теме, определении объекта и предмета изучения, выделении и реализации этапов выполнения работы. Исследовательские кейсы одновременно выступают средством приобщения к творческой деятельности с помощью знаний, которые вынужденно ставят перед необходимостью пройти путь ученого. В процессе изучения организма человека актуальными должны стать кейсы, ориентирующие обучающихся на выполнение исследований по выяснению особенностей организации и функционирования клеток, тканей, отдельных органов и систем органов, наблюдению за некоторыми процессами жизнедеятельности организма, выяснению последствий влияния факторов

окружающей среды на состояние здоровья и предупреждению наиболее распространенных инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Диагностические процедуры в отношении обучающихся восьмого класса, принявших участие в выполнении учебных кейсов, разработанных авторами в описанном ключе, показали положительные результаты. Большая часть обучающихся (78%) утверждала, что выполнение учебной работы на основе кейсов позволяет относиться к материалу с пониманием. Это связано, как высказались 72% участников исследования, с осмысленным применением задействованных сведений, представленных не только в сюжетной, но и в информационной частях кейсов. Примечательно, что примерно 80% респондентов указали на практическую направленность выполняемых заданий и формулируемых ими ответов на поставленные вопросы. Это проявилось в том, что обучающиеся заявляли о своей готовности к действиям в непредвиденных ситуациях: с чего начать, что делать и какое решение важно принять. Особо отметим, что большинство восьмиклассников (75%) высказались о важности выполнения заданий, побуждающих к активным интеллектуальным и практическим действиям – поиску литературы, анализу ситуаций, сравнению изучаемых объектов, выполнению наблюдений, а также высказыванию мнения в отношении событий предложенного сюжета. Беседы с обучающимися в доверительной форме позволяют говорить об изменении их отношения к восприятию и применению содержания изучаемого материала в учебных ситуациях с позиции познания особенностей организации и функционирования организма человека, предупреждения наиболее распространенных инфекционных и неинфекционных заболеваний, сохранения здоровья и культивирования здорового образа жизни. Следовательно, предложенный ключ к разработке учебных кейсов может оказывать положительное влияние на улучшение качества предметной подготовки обучающихся с позиции формирования естественнонаучной грамотности при изучении организма человека в школьной биологии.

Выводы

Из представленных материалов вытекают определенные умозаключения:

1. В условиях необходимости формирования функциональной грамотности обучающихся важны разработка и использование соответствующих средств. В качестве таковых вполне могут выступать учебные

кейсы как описания реальных ситуаций, предписания к активной деятельности, ориентирующие исполнителей на поиск оптимальных способов их практического разрешения.

2. Разрабатываемые учебные кейсы, как показала их опытно-экспериментальная апробация, должны быть приведены в определенной структуре, должны включать сюжетную, информационную и методическую части. Также кейсы лучше воспринимаются, если они краткие, компактные и понятные. Их содержательное наполнение в соответствии с требованиями международных диагностических исследований предполагает задействование трех категорий знаний – научных, процедурных и эпистемологических.

3. Опыт применения предложенных учебных кейсов в опытно-экспериментальной работе с обучающимися доказывает их состоятельность в отношении формирования функциональной грамотности в ходе естественнонаучной подготовки.

Список литературы

1. Коротаева Е.В., Андрушина А.С. Когнитивная педагогика второй половины XX века: ретроспективный анализ // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28994> (дата обращения: 07.08.2023).
2. Бекшаев И.А. Кейс-метод: составление и использование заданий в учебном процессе // Биология в школе. 2020. № 2. С. 31–42.
3. Федотова О.Д. Исследовательские и учебные кейсы этнопедагогической направленности в системе профессиональной подготовки студентов: учебное пособие. М.: Мир науки, 2022. 101 с.
4. Киселёва Е.В., Скворцова Л.И. Методические указания по выполнению кейс-заданий / Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Вологодский филиал РАНХиГС. Вологда, 2017. Виды кейсов. 18 с.
5. Пасечник В.В. Проблема формирования функциональной грамотности при изучении дисциплин естественнонаучного цикла в основной школе // Актуальные проблемы биологической и химической экологии: материалы VII Международной научно-практической конференции (Москва, 18–19 февраля 2021 г.) М.: Московский государственный областной университет. 2021. С. 548–552.
6. Якунчев М.А., Семенова Н.Г., Маркинов И.Ф., Осинин Р.В. К проблеме разработки методики формирования естественнонаучной грамотности обучающихся при изучении биологии в школе // Гуманитарные науки и образование. 2022. № 4. С. 107–115.
7. Арбузова Е.Н. Использование AR-кейсов по биологии для повышения естественно-научной грамотности школьников // Биология в школе. 2019. № 6. С. 22–28.
8. Якунчев М.А., Маркинов И.Ф., Семенова Н.Г. Технология формирования у обучающихся умения объяснять биологический материал для достижения метапредметных результатов // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11 (2). С. 437–442.
9. Якунчев М.А., Семенова Н.Г. Технология формирования метапредметного действия установления причинных связей в предметной подготовке школьников // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 72 (1). С. 327–330.