

МЕТОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРА ДИСЦИПЛИН

И.В. Баженова, М.М. Клунникова, Н.И. Пак

Аннотация. *Качество учебного процесса в университетах в значительной мере зависит от механизма оптимального построения дисциплинарной модели учебного плана и комплексного межпредметного содержания дисциплин. Цель статьи — обоснование и опытная реализация методической системы обучения студентов по модели кластера дисциплин, обеспечивающей оптимальное формирование и развитие заданных групп компетенций и когнитивных характеристик обучающихся. Обоснована модель кластера дисциплин, способствующая созданию методических систем межпредметной организации учебного процесса. Определены цели, отбор содержания, методы и средства обучения студентов в дисциплинарном кластере «Программирование — Численные методы — Информационные технологии в образовании» для создания кумулятивного эффекта развития вычислительного мышления. Предложенные контуры методической системы кластерной организации учебного процесса позволяют создавать кластеры дисциплин для достижения более высоких образовательных результатов.*

Ключевые слова: *кластер дисциплин, группы компетенций, когнитивные характеристики обучающегося, межпредметные связи, вычислительное мышление.*

Для цитирования: *Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И. Методическая система организации учебного процесса на основе кластера дисциплин // Преподаватель XXI век. 2021. № 1. Часть 1. С. 95–113. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-95-113*

95

ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS BASED ON THE CLUSTER OF DISCIPLINES

I.V. Bazhenova, M.M. Klunnikova, N.I. Pak

Abstract. *The quality of the educational process in universities largely depends on the mechanism of optimal construction of the disciplinary model of the curriculum and integrated intersubject content of the disciplines. The aim of the article is to substantiate*

© Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И., 2021



Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International License
The content is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

and experimentally implement a methodical system of teaching students according to the model of a cluster of disciplines, which provides optimal formation and development of given groups of competences and cognitive characteristics of students. The article substantiates the model of a cluster of disciplines, which contributes to the creation of methodological systems of interdisciplinary organization of the educational process. The article defines the goals, content selection, methods, and means of teaching students in the disciplinary cluster “Programming — Computational Methods — Information Technologies in Education” in order to create a cumulative effect of developing computational thinking. The proposed contours of the methodological system of the cluster organization of the educational process make it possible to create clusters of disciplines to achieve higher educational results.

Keywords: *cluster of disciplines, competency groups, student’s cognitive characteristics, interdisciplinary connections, computational thinking.*

Cite as: Bazhenova I.V., Klunnikova M.M., Pak N.I. Organization of the Educational Process Based on the Cluster of Disciplines. *Prepodavatel XXI vek*. Russian Journal of Education, 2021, No. 1, part 1, pp. 95–113. DOI: 10.31862/2073-9613-2021-1-95-113

Введение

Развитие научной дисциплины, как правило, происходит в условиях усиления дифференциации ее разделов и тем. Например, эволюция математики сначала привела к четкой грани между ее теоретическим и прикладным направлениями, затем в каждом из них возникли отдельные дисциплины. Подобный естественный процесс развития науки, с одной стороны, позволяет обучать студентов глубоко по каждой дисциплине в отдельности, но с другой — ослабляет системные взаимосвязи всех разделов математики. Несмотря на расширение компетентностной парадигмы образования, существующая дисциплинарная модель учебного процесса не соответствует ее принципам. Современный учебный процесс в большей степени отражает традиционные знаниевые результаты обучения, трансформируемые разными способами в компетентностные рамки, и не способствует формированию у студентов

целостного и системного профессионального мировоззрения.

Основные направления развития высшего образования РФ, нормативные образовательные документы (ФГОС ВО) определяют необходимость модернизировать учебный процесс в вузах для оптимального достижения образовательных результатов в канонах компетентностного подхода. В настоящее время качество учебного процесса в университетах в значительной мере зависит от оптимального механизма трансформации дисциплинарной модели учебного процесса к комплексным системным структурам надпредметного содержания дисциплин. Существующие подходы к организации межпредметных связей, в основном, осуществляют содержательную стыковку учебных курсов и слабо отражают оптимизационные способы формирования у студентов заданных групп компетенций. В этой связи представляется актуальным исследование новых

организационно-содержательных подходов к совершенствованию учебного процесса образовательных программ в целом и учебных дисциплин в частности. Представляет интерес применение кластерного подхода к созданию дисциплинарных кластеров, обладающих свойствами комплексной методической системы формирования определенных групп компетенций на основе нескольких взаимодействующих дисциплин.

Цель статьи — обоснование и опытная реализация методической системы организации учебного процесса по модели кластера дисциплин, способствующей усилению системности и оптимальному достижению образовательных результатов в виде формирования и развития заданных групп компетенций.

Обзор литературы

В процессе исследования, результаты которого были положены в основу данной статьи, был проведен анализ публикаций, посвященных использованию в образовательном процессе компетентностного, междисциплинарного и кластерного подходов.

В настоящее время методологическим основанием системы высшего образования является компетентностный подход, что зафиксировано в федеральных государственных образовательных стандартах. Ориентация на компетентностный подход была вызвана необходимостью подготовки выпускников, обладающих профессиональными умениями и навыками, способных к самореализации и быстрой адаптации к новым экономическим и жизненным условиям. Реформирование европейской системы высшего образования в русле компетентностного подхода связано с Болонским процессом,

системообразующими факторами которого принято считать: студентоцентрируемость, ориентацию на результаты и новую педагогическую парадигму «от преподавания к учению» [1, с. 139]. Включение образовательной системы Российской Федерации в болонские преобразования и более тесная интеграция с Европейским пространством высшего образования, по мнению В. И. Байденко, «будет содействовать нахождению новых точек общности в поисках высшего образования будущего» [1, с. 146].

И.А. Зимняя отмечает, что европейский вариант компетентностного подхода делает акцент на операциональную, навыковую сторону результата, в то время как отечественная педагогика расширяет содержание термина личностными составляющими, не отрицая практикоориентированность [2, с. 69]. Так, один из инициаторов компетентностной модернизации российского образования А.В. Хуторской определяет компетентность как совокупность личностных качеств ученика, обусловленных опытом его деятельности в определенной социально и личностно значимой сфере [3, с. 10].

Проблематика компетентностного подхода нашла отражение в многочисленных исследованиях и публикациях (В. В. Краевский, Ю.Г. Татур, В.В. Сериков, А.П. Тряпицина, О.Е. Лебедев, Э.Ф. Зеер и др.), в которых даны трактовки понятий «компетенция», «компетентность», представлена типология компетенций и рассмотрены различные аспекты реализации компетентностного подхода в образовании. Следует отметить, что существует критика доминирования компетентностно-ориентированного образования. Е.К. Хеннер, отстаивая приоритет фундаментальной модели

образования, утверждает: «Имеет место явная или скрытая конфронтационность компетентностного подхода по отношению к предшествующему подходу, условно называемому “знаниевым”» [4]. Исследователи отмечают трудности, с которыми сталкиваются преподаватели высшей школы при соотнесении формулировок компетенций и описаний результатов обучения по отдельным позициям учебного плана и выделении уровней сформированности компетенций [5, с. 12]. Имеется проблема сопряжения ФГОС и профессиональных стандартов [6, с. 218].

Несмотря на существующее неоднозначное отношение к компетентностно-ориентированному образованию, оно является реальностью, которую необходимо учитывать не только в образовательной практике, но и в инновационной педагогической деятельности.

Высшая школа традиционно придерживается дисциплинарной модели образования, что соответствует дисциплинарной структуре научного знания. В этой модели, по словам В.С. Сенашенко, учебная дисциплина играет роль несущей конструкции образовательной системы [7, с. 88]. Слабое звено такой модели — отсутствие взаимопроникновения между дисциплинами. Начиная со второй половины XX века, наряду с усиливающейся специализацией научных дисциплин, в науке происходят интеграционные процессы, формируется междисциплинарное знание как синтез достижений различных дисциплин, рождаются новые научные дисциплины. По словам О. Б. Кошовец, междисциплинарность — логичное порождение дисциплинарной структуры, санкционирующее производство «знания-полуфабриката», который могут потреблять как ученые из других

дисциплин, так и другие общественные сферы [8, с. 86]. По своему влиянию на развитие научно-технического прогресса междисциплинарность можно сравнить с революцией [9].

Феномен междисциплинарности в науке и, как следствие, в образовательной системе, стал источником научных исследований и породил новые термины: «мультидисциплинарность», «междисциплинарность», «трансдисциплинарность», выражающие степень интеграции дисциплинарного знания. Как указывает J.T. Klein, мультидисциплинарность является аддитивной, междисциплинарность интегративна: знания различных дисциплин противопоставляются и изменяются интеграцией, т. е. определяющей характеристикой междисциплинарности является интеграция или синтез знаний [10]. Термин «трансдисциплинарность», изначально задуманный в роли «мета-методологии», определяется как «принцип организации научного знания, открывающий широкие возможности взаимодействия многих дисциплин при решении комплексных проблем природы и общества» [11].

Некоторые зарубежные и отечественные исследователи рассматривают термин «междисциплинарное мышление» [12; 13]. Так, по мнению E.J.H. Spelt с соавторами, это способность интегрировать знания двух или более дисциплин способами, которые были бы невозможны или маловероятны с помощью отдельных дисциплинарных средств. Способность к синтезу или интеграции рассматривается как полезный результат обучения в междисциплинарном высшем образовании.

Реализация междисциплинарного подхода в высшем образовании обсуждается во многих публикациях.

R.G. Klaassen в [14] на основе метода case study рассмотрела проектирование междисциплинарных образовательных программ «Клиническая технология» для бакалавров и «Урбанизм» для магистров. При разработке были использованы разные модели дисциплинарной интеграции: индуктивная модель (A.F. Repko) и абдуктивная модель (K. Dorst). Индуктивная модель применима, если различные элементы дисциплины, такие как теория, методология, стратегии решения проблем и результаты, интегрированы. В этом случае имеет место сильная интеграция, приводящая к междисциплинарной программе обучения (и ее результатам). Абдуктивную модель можно сравнить с методом проб и ошибок. При абдуктивном подходе результат обучения реализуется как на уровне разработки программы (курса), так и на уровне обучения студентов в программе. В отличие от индуктивного подхода, заранее не выбираются определенные методы обучения. Если полученные результаты неудовлетворительны, происходит корректировка.

Анализ отечественных публикаций показывает, что чаще всего междисциплинарный подход успешно применяется в инженерном, медицинском образовании, при обучении иностранным языкам. Средствами реализации междисциплинарности выступают междисциплинарные модули [15], междисциплинарные проекты [16], междисциплинарные практикумы [17], виртуальные среды [18].

Следствием процессов интеграции, происходящих в науке и образовании, стало появление научно-образовательных и образовательных кластеров как совокупности научных и образовательных учреждений общего и профессионального образования, объединенных

по территориальному признаку и связанных партнерскими отношениями с предприятиями. Вопросы, связанные с внедрением кластеров в образовательную систему, рассмотрены в публикациях многих зарубежных и отечественных ученых. Перечислим некоторые работы, интересные на наш взгляд.

М.Б. Флек, Е.А. Угнич анализируют понятие «профессионально-образовательный кластер» с позиций современной теории экосистем, выделяя его ключевые характеристики: целевую ориентацию, результат функционирования, взаимодействие участников, состояние среды, самоорганизацию и динамику развития. По мнению авторов, такой подход позволяет использовать математический аппарат и сделать прогноз развития профессионально-образовательной экосистемы [19].

А.В. Куравцев в [20] рассматривает тематическое кластерное обучение, к особенностям которого относит: 1) кластер посвящен конкретной области реальной действительности, инженерной практики; 2) основу кластерного обучения составляет субъектная учебно-познавательная деятельность обучающихся при участии преподавателя в выполнении кластерного задания; 3) кластерное задание охватывает изучение явления на трех уровнях: использование рекомендованных соотношений и зависимостей, поиск теоретических решений частных дисциплинарных проблем, общенаучное и отраслевое обобщение; 4) необходимо поэтапное планирование выполнения кластерного задания и учет-контроль полученных результатов; 5) контрольные вопросы детализируют программу кластера для обучающихся.

В работе [21] И. И. Комаровой проанализирована эволюция понятия «кластер» в разных предметных областях,

в том числе в образовательной сфере на основе ряда зарубежных источников. Образовательные кластеры в США исторически развивались от дошкольного образования (Кластеры управления детскими садами) до инновационных кластеров в образовании (проект EdClusters), под которыми понимаются сообщество преподавателей, предпринимателей, финансирующих организаций, исследователей и других заинтересованных сторон. Проект EdClusters реализован посредством многосекторных сетей для продвижения инновационного обучения и лучших образовательных технологий и поддержан на законодательном уровне. Автор констатирует, что в России из-за отсутствия законодательной базы цепочка «кластер — сетевое сообщество — государственно-частное партнерство» трудно реализуема.

Пример успешного международного сотрудничества в организации образовательных кластеров описан в [22]. Международная кластерная модель обучения представляет собой открытое сетевое обучение с использованием дистанционных технологий.

В русле заявленной темы статьи заслуживает внимания публикация Е. К. Васина, посвященная вопросам интеграции учебных предметов в общей школе в условиях применения

смешанного обучения [23]. Автор рассматривает учебный естественнонаучный кластер, интегрирующий учебные курсы физики, химии, биологии с практико-ориентированным предметом «Технология», как методологическую единицу формирования научной картины мира у школьников. Основой функционирования учебного кластера является деятельностный треугольник «обучающийся — учитель — электронный образовательный ресурс».

Методы и средства

Для понимания неизбежности обновления организационных форм обучения студентов вузов рассмотрим эволюцию дисциплинарной модели учебного процесса в зависимости от конечных образовательных результатов (рис. 1).

Смена знаниевой парадигмы (ЗУН: знания — умения — навыки), в которой каждая дисциплина представляет автономную образовательную область (см. рис. 1 А), на компетентностную (см. рис. 1 Б) породила проблему межпредметных связей и дублирования содержательных элементов разных дисциплин, «работающих» на формирование заданных компетенций. Искусственная трансформация многолетней сложившейся дисциплинарной ЗУНовской модели на рельсы компетентностного подхода заставляет постоянно согласовывать

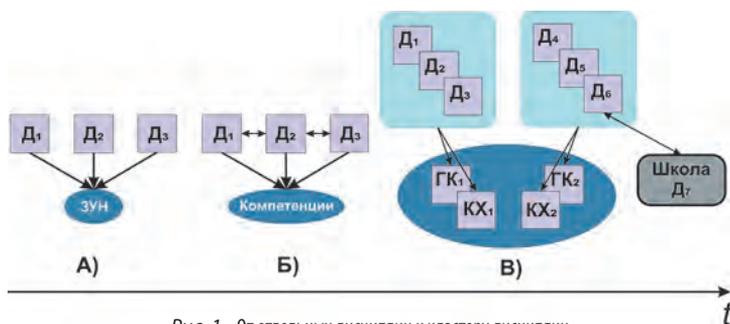


Рис. 1. От отдельных дисциплин к кластеру дисциплин

содержательные аспекты дисциплин и их образовательные результаты обучения. В этой связи представляет интерес искать организационно-управленческие решения путем кластеризации промежуточных и итоговых образовательных результатов, которые могут быть представлены группами компетенций $ГК_i$ и заданными когнитивными характеристиками обучающихся $КХ_i$ (рис. 1 В).

Одним из инновационных трендов развития современного общества является кластерный подход. Он используется как инструмент инновационного развития и планового взаимодействия государства, бизнеса, науки и образования. В настоящее время кластерный подход используют в формировании и регулировании различных инновационных программ. Например, появление образовательных кластеров позволило использовать ресурсы разных образовательных и научных организаций для повышения качества образования [24; 25].

Используем кластерный подход к модернизации учебного процесса в университетах для усиления межпредметных связей и оптимизации организационно-содержательных проблем внедрения компетентностной модели образования.

Введем понятие «Учебный кластер дисциплин» как совокупность вузовских дисциплин и школьных предметов, нацеленных на формирование у обучающихся заданных групп компетенций и определенных когнитивных характеристик, с помощью общих для них технологий обучения.

Возможны несколько вариантов создания кластеров дисциплин: а) кластер формируется из дисциплин вузовской образовательной программы (рис. 2 А); б) открытый кластер включает дисциплины школьного уровня, тем самым

обеспечивая преемственность программ школьных и вузовских предметов (рис. 2 Б).

Можно смоделировать межвузовский кластер дисциплин, позволяющий достигать системных, межпрофессиональных образовательных результатов обучения.

Отметим, что кластеризацию учебных дисциплин образовательной программы можно осуществить по разным основаниям и критериям.

Результаты и их обсуждение

Эффективность методической системы кластерного обучения зависит от сформулированных целей и принципов обучения, разработанных механизмов взаимодействия участников кластера, отбора и формирования содержания обучения, выбранных технологий обучения, намеченных путей их реализации, т. е. от правильно построенной методической системы. Выделим основные компоненты проектируемой методической системы кластерного обучения студентов (рис. 3).

Отметим некоторые особенности выделенных компонентов.

1. *Проблемно-целевой компонент.* Кластер дисциплин формируется на основе общих мета-дисциплинарных и содержательных целей дисциплин кластера. Интеграционные процессы, происходящие при этом, ведут к пониманию студентами обобщенного характера познавательной деятельности.

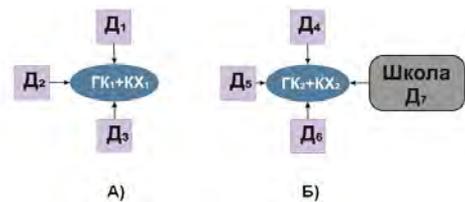


Рис. 2. Варианты кластеров дисциплин



Рис. 3. Компоненты методической системы кластерного обучения студентов

2. *Состав кластера дисциплин.* Учебный кластер является открытой системой, допускает добавление или исключение элементов, что не должно критическим образом сказываться на его работоспособности. В него могут входить не только базовые и профессионально-ориентированные дисциплины, а также дисциплины философско-социально-гуманитарного цикла. Например, для формирования вычислительного мышления в кластер могут войти дисциплины: численные методы, программирование, информационные технологии в образовании, для развития компетенции решения задач математического моделирования: численные методы, математическое моделирование, вычислительная аэрогидродинамика и др.

3. *Нормативно-регламентирующий и организационный компонент.* Учебный процесс осуществляется в рамках интегрированных учебных планов, предусматривающих взаимные обязательства и соглашения преподавателей дисциплин

кластера по аттестационным мероприятиям (результатам образовательной деятельности), использованию материально-технической базы, расписанию занятий и пр.

4. *Технологический компонент.* Субъекты (преподаватели и студенты) кластера дисциплин формируют и развивают информационно-образовательную среду кластера, обеспечивающую коллаборационную деятельность преподавателей, согласованность и системность учебных материалов дисциплин кластера. Это дает возможность протестировать новые технологии обучения, проверить результативность идей, которые кажутся перспективными в теории, но могут быть неудачными для реализации на практике.

5. *Содержательный компонент.* В кластере организуется учебная деятельность по дисциплинам кластера с учетом общих образовательных результатов, зачетов и аттестаций по предметам при выполнении интегрированных проектов и задач.

6. *Результативный компонент.* Результаты образовательной деятельности кластера отражаются в показателях эффективности кластера, как интегрированного научно-образовательного блока по предметным и метапредметным показателям.

Выделенные компоненты, в свою очередь, могут представлять собой отдельные проекты, которые непрерывно и системно развиваются.

Рассмотрим пример реализации кластера дисциплин для развития вычислительного мышления студентов — одной из ключевых компетенций, необходимых для будущих бакалавров направления подготовки «Математика и компьютерные науки». В качестве дисциплин, включаемых в кластер, была выбрана цепочка «Программирование — Численные методы — Информационные технологии

в образовании». Представим упрощенную процессную модель кластера на основе системного анализа (рис. 4).

Для развития вычислительного мышления в условиях предложенного кластера дисциплин, необходимо разработать структурно-логическую модель, включающую все традиционные компоненты: цели, содержание, методы и средства обучения, контроль обучения. Она представлена на рис. 5 (пояснение: на рис. отсутствуют содержательный и контрольно-оценочный блоки в силу их объемного содержания).

Проведено переструктурирование классического содержания курсов в сторону перехода на личностно-ориентированные технологии смешанного обучения с использованием электронных курсов на основе когнитивного подхода, связанного с целенаправленным и



Рис. 4. Процессная модель учебного кластера дисциплин



Рис. 5. Структурно-логическая модель учебного кластера дисциплин

последовательным развитием мышления обучающегося на основе его ментально-го опыта. Основная цель когнитивного обучения — научить студента думать, размышлять и, следовательно, учиться эффективно. В качестве основных когнитивных технологий рассматриваются концептуальные (ментальные) карты и технологии визуализации знаний.

Ментальные карты. Применяется несколько способов использования ментальных карт: создание карты по изучаемой теме вместе с преподавателем во время аудиторных занятий; работа с картой, составленной преподавателем, для обоснования и объяснения понятий, нахождения связей между ними; самостоятельное создание карты при выполнении практических работ, конспектировании лекции, подготовке к контрольным мероприятиям. Выделяются понятийные (концептуальные) карты, на которых в графической форме представлена учебная информация по одному изучаемому понятию, и алгоритмические ментальные карты [26], которые могут быть доведены до уровня программной реализации, т. е. стать формальным описанием алгоритма.

Использование этой технологии позволяет студенту не просто познако-

миться с учебной информацией в удобном для восприятия виде, но и редактировать, модифицировать карту в соответствии с собственными когнитивными особенностями. Владение технологиями создания карт позволяет будущему программисту научиться работать с большим объемом информации, которая требует наглядного структурирования, качественно и полно осуществлять проектирование разрабатываемого программного обеспечения, ведь именно от этого зависит и скорость решения задачи, и ее результат. Анализ составленных студентами ментальных карт позволяет преподавателю оценить их умение выделять главное, разбивать материал на отдельные смысловые фрагменты, кратко излагать изученное. Пример ментальной карты, составленной студентами, представлен на рис. 6.

Технологии визуализации. Использование разнообразных средств визуализации при обучении позволяет активизировать познавательную деятельность обучающихся, мотивировать их на самостоятельное овладение знаниями, пробуждает интерес к получению новых знаний. Использование визуализации при разработке учебных материалов при

оперировании абстрактными математическими объектами ведет к развитию вычислительного мышления студентов. При этом необходимо не только фиксировать исходную наглядность, но и ее преобразование в другие формы. Для этих целей в рамках кластера используются динамические визуализаторы (рис. 7).

При изучении дисциплины «Численные методы» динамическая визуализация позволяет студенту образно представить переход от решения дифференциальной задачи к задаче дискретной при решении краевой задачи конечно-разностным методом. Графическое представление решения систем линейных или нелинейных уравнений дают наглядное представление об отсутствии или наличии решения, визуальное представление устойчивого решения позволяют студенту первоначально сформировать интуитивное представление об этом факте, а затем перейти к строгим математическим определениям с большей абстракцией с привлечением понятий нормированных пространств.

На уровне прагматических рассуждений студент использует динамический

визуализатор, созданный кем-то другим. Затем, разобрав работу алгоритма, он осознанно может внести некоторые изменения в начальные данные. Происходит понимание на семантическом уровне. На заключительном этапе студент в состоянии разрабатывать свои проекты.

Рассматривая обучение с позиций ментальных схем, ментальных моделей и визуализации, в конечном итоге определяющих вычислительное мышление, предлагается использовать поэтапный рекурсивный способ обучения студентов на основе выполнения проектов по созданию инновационных электронных средств обучения по изучаемым дисциплинам. Рекурсивный принцип обучения: «создаю обучающее средство, по которому сам обучаюсь» обеспечивает студенту получение активных знаний и опыта их применения в реальных и полезных программах для себя и других. Обучающиеся создают разнообразные интеллектуальные электронные дидактические средства, сразу же включаемые в образовательный процесс дисциплин, входящих в кластер. При этом

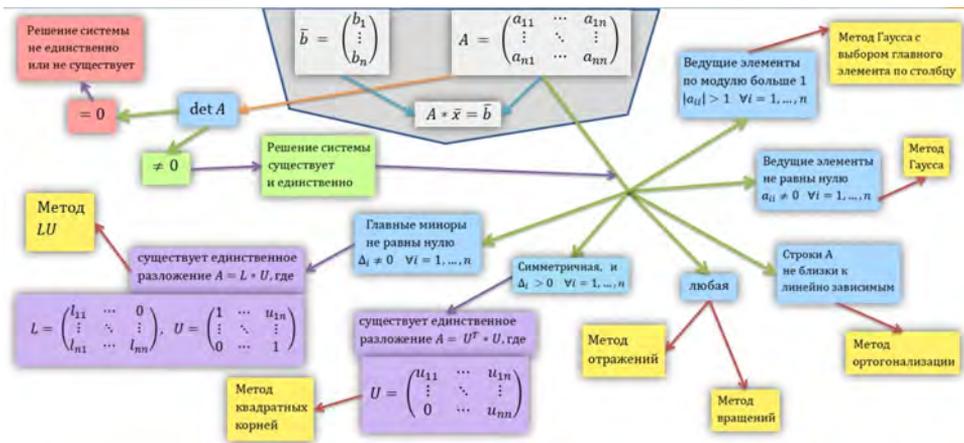


Рис. 6. Ментальная карта по теме «Решение СЛАУ точными методами»

Метод Ньютона

Решаем уравнение $f(x) = 0$

Метод Ньютона (метод касательных) заключается в построении последовательных приближений по формуле:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

Пример

Функция

Начальное приближение

Количество шагов

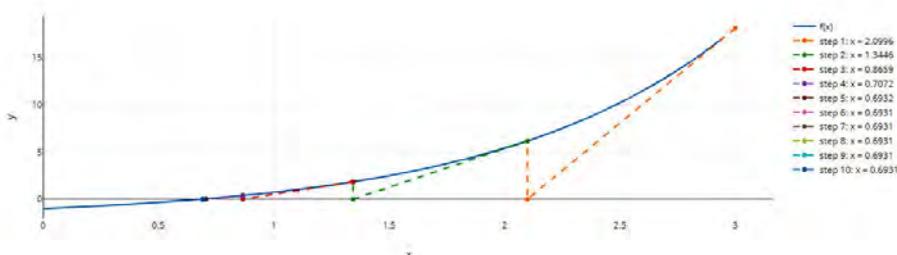


Рис. 7. Работа динамического визуализатора

студенты углубляют свои знания в языках программирования, развивают вычислительное мышление с помощью создания авторских моделей искусственного интеллекта для образовательного процесса. Этот фактор усиливает мотивационную составляющую процесса обучения и самообучения и позволяет достичь максимально высокого качества индивидуализации обучения.

Сформированность вычислительного мышления определяется совокупностью следующих мыслительных операций: алгоритмизация, абстрагирование, декомпозиция, обобщение, оценка, которые являются основными для будущих программистов. Их развитие у студентов начинается с изучения базовой дисциплины «Программирование» на 1–2 курсах, продолжается при изучении практико-ориентированной дисциплины «Численные методы» на 3–м

курсе и может быть закреплено при изучении курса по выбору «Информационные технологии в образовании», полезного для тех студентов, которые планируют связать свою будущую профессиональную деятельность с образованием. В рамках кластерного подхода все дисциплины остаются в рамках собственных методологических принципов, однако кооперативная совокупность комплекса знаний является взаимной и кумулятивной.

Начиная с первого курса, для достижения образовательных целей дисциплины «Программирование» целесообразно привлекать студентов к созданию обучающих ресурсов по дисциплине. Это могут быть программы-тесты на знание и понимание синтаксических, семантических и прагматических особенностей изучаемого языка программирования, визуализация алгоритмов,

построение ментальных карт понятий и структур данных.

В рамках курса «Численные методы» обучение построено следующим образом: студент знакомится с теоретическим материалом по заданной теме, разрабатывает ее ментальную схему, изучает алгоритмы приближенного решения поставленной задачи разными способами с помощью динамических визуализаторов; на основе полученного опыта проводит уточнение ментальной схемы темы; строит алгоритм и реализует собственную программу разными методами. Лучшие проекты, разработанные студентами, включаются в электронный курс дисциплины.

В дальнейшем, при изучении дисциплины «Информационные технологии в образовании» студентам предлагается разработать обучающие средства, которые должны нести не только функции предъявления учебной информации, но и развития мыслительных операций. Главной идеей проектирования подобных образовательных ресурсов является структурирование и представление учебной информации в формате предметных ментальных карт. Обучающие электронные ресурсы могут быть объединены в электронный учебник по дисциплине кластера (коллективный проект). Электронный учебник целесообразно проектировать в виде трех основных разделов: «Решатель», «Тренажер», «Справочник» и скрытого от пользователя модуля индивидуальных учебных маршрутов, в котором фиксируется протокол работы студента с учебником.

Например, для дисциплины «Численные методы» модули могут быть организованы следующим образом [27]. В модуле «Решатель» на основе ментальной вычислительной схемы формируются

алгоритмы численного решения задач, которые может задать пользователь. Студентам необходимо разработать процедуру показа и объяснения хода решения задачи, анализируя оптимальный и другие возможные варианты решения. В модуле «Тренажер» студенту предоставляется возможность ввести или выбрать ответ из предложенных вариантов, либо получить подсказку в случае затруднений. Подсказки обычно формируются в виде системы многоуровневых справочных единиц, уменьшающих энтропию задачи. Все правильные и неправильные ответы запоминаются в специальной базе со статистическим механизмом. При следующих сеансах обучения программа чаще генерирует те задания, в которых у большинства пользователей возникали сложности, где они совершали больше ошибок или использовали больше подсказок. «Справочник» несет традиционные функции представления информации, имеет древовидную структуру, содержит уточняющие учебно-методические материалы, позволяющие студентам полнее разобраться в решении предложенных задач.

При первом использовании программы студенту предлагается пройти вводное тестирование, которое выявляет уровень знаний по заданной теме — начальный уровень сформированности вычислительного мышления в виде ментальной схемы. Этот этап позволяет системе более целенаправленно выстраивать стратегию обучения, подбирать «нужные» задачи. Рис. 8 иллюстрирует работу электронного учебника.

Опыт построения учебного кластера показал, что кластеризация нескольких базовых учебных дисциплин на условиях целевого пересечения их содержательных линий позволяет многогранно

результатов оптимально с минимальными временными затратами;

- повышение мотивации студентов к выполнению комплексного задания или проекта, обеспечивающего аттестацию знаний студента одновременно по нескольким дисциплинам кластера;
- более удобная реализация условий для удовлетворения самообразова-

тельных потребностей, характерных для цифрового поколения Z.

Таким образом, предложенный эскиз методической системы организации кластерного обучения студентов позволяет создавать кластеры дисциплин для достижения более высоких результатов предметного обучения и оптимального формирования и развития требуемых компетенций.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Байдено, В.И.* Болонский процесс: в преддверии третьего десятилетия // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 11. С. 136–148.
2. Проблемное обучение: прошлое, настоящее, будущее: коллективная монография. Кн. 2: Лингво-педагогические модели проблемного обучения / под. ред. Е.А. Ковалевской. Нижегородск: НВГУ. 2019. 310 с.
3. *Хуторской, А.В.* Модель компетентностного образования // Высшее образование сегодня. 2017. № 12. С. 9–16.
4. *Хеннер, Е.К.* Профессиональные знания и профессиональные компетенции в высшем образовании // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 2. С. 9–31.
5. *Елина, Е.Г., Ковтун, Е.Н., Родионова, С.Е.* Компетенции и результаты обучения: логика представления в образовательных программах // Высшее образование в России. 2015. № 1. С. 10–20.
6. *Горб, В.Г.* Компетентностный подход в высшем образовании: проблемы и решения // Вопросы управления. 2018. № 6 (55). С. 216–223.
7. *Сенашенко, В.С.* Междисциплинарность образования как отражение многообразия окружающего мира // Университетское управление: практика и анализ. 2017. № 1 (107). С. 88–95.
8. *Кошовец, О.Б.* Дисциплинарная организация науки и эпистемологические следствия ее деформации под воздействием междисциплинарности // История и философия науки в эпоху перемен: сборник научных статей. М.: Русское общество истории и философии науки. 2018. Т. 6. С. 84–87.
9. *Politi V.* The Interdisciplinarity Revolution // *Theoria. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science.* 2019. Vol. 34 (2). P. 237–252.
10. *Klein, J.T.* Interdisciplinarity: History, theory, and practice. Detroit: Wayne State University Press, 1990. 331 p.
11. *Мокий М.С., Мокий В.С.* Трансдисциплинарность в высшем образовании: экспертные оценки, проблемы и практические решения // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5.
12. *Spelt, E.J.H., Biemans, H.J.A., Tobi, H. et al.* Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review // *Educational Psychology Review.* 2009. Vol. 21. P. 365–378.
13. *Шульгина, О.В.* Развитие междисциплинарного мышления как основа совершенствования высшего педагогического образования // Тенденции развития образования: педагог, образовательная организация, общество — 2018. Материалы Всероссийской научно-практической конференции / под ред. Ж.В. Мурзиной. 2018. С. 254–256.

14. *Klaassen, R.G.* Interdisciplinary education: a case study // *European Journal of Engineering Education*. 2018. Vol. 43. No. 6. P. 842–859.
15. *Кичерова, М.Н., Черноморченко, С. И.* Особенности реализации междисциплинарного подхода в образовательном пространстве современного университета // *Вестник ЛГУ им. А.С. Пушкина*. 2017. № 4. С. 308–314.
16. *Красавина, Ю.В., Шихова, О.Ф.* Метод электронных междисциплинарных проектов как эффективная форма организации самостоятельной работы студентов вуза // *Образование и наука*. 2017. Т. 19. № 1. С. 165–182.
17. *Шкерина, Л.В., Берсенева, О.В., Кейв, М.А.* Междисциплинарный практикум как условие формирования способности студентов к междисциплинарному профессиональному исследованию // *Перспективы науки и образования*. 2018. № 5 (35). С. 53–64.
18. *Шейнбаум, В.С.* Междисциплинарное деятельностное обучение в виртуальной среде инженерной деятельности: состояние и перспективы // *Высшее образование в России*. 2017. № 11 (217). С. 61–68.
19. *Флек, М.Б., Угнич, Е.А.* Профессионально-образовательный кластер как экосистема: развитие в условиях цифровой трансформации // *Journal of Economic Regulation*. 2018. Т. 9. № 4. С. 146–159.
20. *Купавцев, А.В.* Тематические кластеры в образовании // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27. № 11. С. 85–89.
21. *Комарова, И.И.* Образовательные кластеры как механизм смены образовательных укладов // *Современное дошкольное образование*. 2019. №2(92). С. 16–29.
22. *Бидайбеков, Е.Ы., Камалова, Г.Б., Пак, Н.И., Аккасынова, Ж.К.* Международная кластерная модель обучения геометрическому наследию Аль-Фараби // *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2017. Т. 13. № 1. С. 228–236
23. *Васин, Е.К.* Учебный кластер как условие реализации смешанного обучения на основе функционирования деятельностного треугольника // *Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева*. 2016. № 2 (90). С. 107–114.
24. *Матушанский, Г.У., Гарифуллина, Р.Р., Бакеева, Р.Ф.* Инновационные территориальные образовательные кластеры: зарубежный и отечественный опыт // *Вестник Казанского технологического университета*. 2014. № 1. С. 354–359.
25. *Пак, Н.И., Сокольская, М.А.* Единая методическая система предметного обучения школьников и студентов на базе технологической платформы «МЕГА-КЛАСС» // *Преподаватель XXI век*. 2017. № 1–1. С. 123–134.
26. *Pak N. I., Stepanova T. A., Bazhenova I. V., Gavrilova I. V.* Multidimensional algorithmic thinking development on mental learning platform // *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. Soc. Sci*. 2019. Vol. 12(6). pp. 1072–1087.
27. *Клунникова, М.М.* Развитие вычислительного мышления студентов в процессе обучения дисциплине «Численные методы»: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Красноярск, 2020. 24 с.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Краевого фонда науки в рамках проекта «Формирование и развитие вычислительного мышления обучаемых на основе автоматизированных и когнитивных средств обучения», код 2021012106985.

REFERENCES

1. Bajdenko V.I. Bolonskij process: v preddverii tretego desjatiletija [The Bologna Process: on the Eve of the Third Decade]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2018, vol. 27, No. 11, pp. 136–148. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Bidajbekov E.Y., Kamalova G.B., Pak N.I., Akkasynova Zh.K. Mezhdunarodnaja klasternaja model obuchenija geometricheskomu naslediju Al'-Farabi [International Cluster Model of Teaching the Geometric Heritage of Al-Farabi]. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern Information Technologies and IT Education*. 2017, vol. 13, No. 1, pp. 228–236. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Vasin E.K. Uchebnyj klaster kak uslovie realizacii smeshannogo obuchenija na osnove funkcionirovanija dejatel'nostnogo treugol'nika [Educational Cluster as a Condition for the Implementation of Blended Learning Based on the Functioning of the Activity Triangle]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogičeskogo universiteta im. I.Ja. Jakovleva = Bulletin of the Chuvash State Pedagogical University. I.Ya. Yakovleva*, 2016, No. 2 (90), pp. 107–114 (In Russ., abstract in Eng.)
4. Elina E.G., Kovtun E.N., Rodionova S.E. Kompetencii i rezultaty obuchenija: logika predstavlenija v obrazovatelnyh programmah [Competencies and Learning Outcomes: the Logic of Representation in Educational Programs]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher education in Russia*, 2015, No. 1, pp. 10–20. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Flek M.B., Ugnich E.A. Professionalno-obrazovatelnyj klaster kak jekosistema: razvitie v usloviyah cifrovoj transformacii [Vocational and Educational Cluster as an Ecosystem: Development in the Context of Digital Transformation]. *Journal of Economic Regulation*, 2018, Vol. 9, No. 4, pp. 146–159. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Gorb V.G. Kompetentnostnyj podhod v vysshem obrazovanii: problemy i reshenija [Competence Approach in Higher Education: Problems and Solutions]. *Voprosy upravlenija = Management Issues*, 2018, No. 6 (55), pp. 216–223. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Henner E.K. Professionalnye znanija i professionalnye kompetencii v vysshem obrazovanii [Professional Knowledge and Professional Competence in Higher Education]. *Obrazovanie i nauka = Education and Science*, 2018, vol. 20, No. 26 pp. 9–31. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Hutorskoj A.V. Model kompetentnostnogo obrazovanija [Model of Competence Education]. *Vysshee obrazovanie segodnja = Higher Education Today*, 2017, No. 12, pp. 9–16. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Kicherova M.N., Chernomorchenko S.I. Osobennosti realizacii mezhdisciplinarnogo podhoda v obrazovatel'nom prostranstve sovremennogo universiteta [Features of the Implementation of an Interdisciplinary Approach in the Educational Space of a Modern University]. *Vestnik LGU im. A.S. Pushkina = Pushkin Leningrad State University Journal*, 2017, No. 4, pp. 308–314. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Klaassen R.G. Interdisciplinary Education: a Case Study. *European Journal of Engineering Education*, 2018, vol. 43, No. 6, pp. 842–859.
11. Klein, J.T. *Interdisciplinarity: History, theory, and practice*. Detroit: Wayne State University Press, 1990, 331 p.
12. Klunnikova, M.M. Razvitie vychislitel'nogo myshlenija studentov v processe obuchenija discipline "Chislennye metody" [Development of Computational Thinking of Students in the Process of Teaching the Discipline "Computational Methods"]: Extended abstract of PhD dissertation (Pedagogy). Krasnojarsk, 2020. (In Russ.)

13. Komarova I.I. Obrazovatelnye klastery kak mehanizm smeny obrazovatelnyh ukладov [Educational Clusters as a Mechanism for Changing Educational Structures]. *Sovremennoe doshkolnoe obrazovanie = Preschool Education Today*, 2019, No. 2(92), pp. 16–29. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Koshovets O.B. Disciplinarnaja organizacija nauki i jepistemologicheskie sledstvija ee deformacii pod vozdejstviem mezhdisciplinarnosti [The Disciplinary Organization of Science and the Epistemological Consequences of its Deformation under the Influence of Interdisciplinarity]. In: *Istorija i filosofija nauki v epokhu peremen* [History and Philosophy of Science in an era of Change: Collection of Scientific Articles]. Moscow: Russkoe obshhestvo istorii i filosofii nauki, 2018, vol. 6, pp. 84–87. (In Russ.)
15. Krasavina Ju.V., Shihova O.F. Metod elektronnyh mezhdisciplinarnyh proektov kak effektivnaja forma organizacii samostojatelnoj raboty studentov vuza [The Method of Electronic Interdisciplinary Projects as an Effective Form of Organizing Independent Work of University Students]: *Obrazovanie i nauka = Education and Science*, 2017, vol. 19, No. 1, pp. 165–182. (In Russ., abstract in Eng.)
16. Kupavtsev A.V. Tematicheskie klastery v obrazovanii [Thematic Clusters in Education]: *Vyshee obrazovanie v Rossii = Higher education in Russia*, 2018, vol. 27, No. 1, pp. 85–89. (In Russ., abstract in Eng.)
17. Matushanskij G.U., Garifullina R.R., Bakeeva R.F. Innovacionnye territorialnye obrazovatelnye klastery: zarubezhnyj i otechestvennyj opyt [Innovative Territorial Educational Clusters: Foreign and Domestic Experience]: *Vestnik Kazanskogo Tehnologicheskogo Universiteta = Bulletin of Kazan Technological University*, 2014, No. 1, pp. 354–359. (In Russ., abstract in Eng.)
18. Mokij M.S., Mokij V.S. Transdisciplinarnost v vysshem obrazovanii: jekspertnye ocenki, problemy i prakticheskie reshenija [Transdisciplinarity in Higher Education: Expert Assessments, Problems and Practical Solutions]: *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija = Modern Problems of Science and Education*, 2014, No. 5. (In Russ., abstract in Eng.)
19. Pak N.I., Sokolskaja M.A. Edinaja metodicheskaja sistema predmetnogo obuchenija shkolnikov i studentov na baze tehnologicheskoy platformy “MEGA-KLASS” [A Unified Methodological System of Subject Teaching for Schoolchildren and Students Based on the MEGA-CLASS Technological Platform]. *Prepodavatel XXI vek. Russian Journal of Education*, 2017, No. 1–1, pp. 123–134. (In Russ., abstract in Eng.)
20. Pak N.I., Stepanova T.A., Bazhenova I.V., Gavrilova I.V. Multidimensional algorithmic thinking development on mental learning platform. *J. Sib. Fed. Univ. Humanit. soc. sci.*, 2019, vol. 12(6), pp. 1072–1087.
21. Politi V. The Interdisciplinarity Revolution. *Theoria. An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 2019, vol. 34 (2), pp. 237–252.
22. *Problemnoe obuchenie: proshloe, nastojashhee, budushhee* [Problematic Learning: Past, Present, Future: a Collective Monograph], vol. 2: Lingvo-pedagogicheskie modeli problemnogo obuchenija [Book. 2: Linguo-Pedagogical Models of Problem Learning], ed. by E.A. Kovalevskoj. Nizhnevartovsk: NVGU, 2019, 310 p. (In Russ.)
23. Senashenko V.S. Mezhdisciplinarnost obrazovanija kak otrazhenie mnogoobrazija okruzhajushhego mira [Interdisciplinarity of Education as a Reflection of the Diversity of the Surrounding World]: *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*, 2017, No. 1 (107), pp. 88–95. (In Russ., abstract in Eng.)
24. Shejnbaum V.S. Mezhdisciplinarnoe dejatel'nostnoe obuchenie v virtualnoj srede inzhenernoj dejatel'nosti: sostojanie i perspektivy [Interdisciplinary Activity Learning in the Virtual Environment

- of Engineering Activity: State and Prospects]: *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher education in Russia*, 2017, No. 11 (217), pp. 61–68. (In Russ., abstract in Eng.)
25. Shkerina L.V., Berseneva O. V., Kejv M. A. Mezhdisciplinarnyj praktikum kak uslovie formirovaniya sposobnosti studentov k mezhdisciplinarnomu professionalnomu issledovaniju [Interdisciplinary Workshop as a Condition for the Formation of Students' Ability to Interdisciplinary Professional Research]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya = Perspectives of Science and Education*, 2018, No. 5 (35), pp. 53–64. (In Russ., abstract in Eng.)
 26. Shulgina O.V. Razvitie mezhdisciplinarnogo myshlenija kak osnova sovershenstvovaniya vysshego pedagogicheskogo obrazovaniya [The Development of Interdisciplinary Thinking as the Basis for Improving Higher Pedagogical Education]. *Tendencii razvitiya obrazovaniya: pedagog, obrazovatel'naja organizacija, obshchestvo – 2018* [Trends in the Development of Education: Teacher, Educational Organization, Society – 2018. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. 2018, pp. 254–256. (In Russ.)
 27. Spelt E.J.H., Biemans H.J.A., Tobi H. et al. Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 2009, vol. 21, pp. 365–378.

Acknowledgement. The Study is Accomplished Within the Framework of the Regional Science Foundation's Project No. 2021012106985 "Formation and Development of Students' Computational Thinking Based on Automated and Cognitive Learning Tools".

Баженова Ирина Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент, базовая кафедра вычислительных и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, apkad@yandex.ru

Irina V. Bazhenova, PhD in Education, Associate Professor, Computing and Information Technologies Department, Siberian Federal University, apkad@yandex.ru

Клунникова Маргарита Михайловна, старший преподаватель, базовая кафедра вычислительных и информационных технологий, Сибирский федеральный университет, mklunnikova@gmail.com

Margarita M. Klunnikova, Senior Lecturer, Computing and Information Technologies Department, Siberian Federal University, mklunnikova@gmail.com

Пак Николай Инсебович, доктор педагогических наук, профессор, кафедра информатики и информационных технологий в образовании, Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева, koliapak@yandex.ru

Nikolai I. Pak, ScD in Education, Professor, Informatics and Information Technologies in Education Department, V.P. Astafiev Krasnoyarsk State Pedagogical University, koliapak@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.08.2020. Принята к публикации 23.10.2020

The paper was submitted 17.08.2020. Accepted for publication 23.10.2020