

3. Вудворд, Дж. Имобилизованные клетки и ферменты. Методы / Дж. Вудворд. – М.: Мир, 1988. – 215 с.
4. Гамаюров, В. С. Ферменты: Лабораторный практикум / В. С. Гамаюров, М. Е. Зиновьев. – Казань : КГТУ, 2010. – 272 с.
5. Егоров, Н. С. Имобилизованные ферменты / Н. С. Егоров, В. Д. Самужлов. – М.: Высшая школа, 1987. – 159 с.
6. Дарбре, А. Практическая химия белка / А. Дарбре. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 621 с.
7. Черникевич, И. П. Ферментные системы биотрансформации активных форм витамина В<sub>1</sub> (структура, свойства, регуляция : автореф. дис. ... докт. хим. наук : 03.00.04 / И П. Черникевич; Ин-т биоорганической химии. – Минск, 1996. – 32 с.
8. Черникевич, И. П. Имобилизация тиаминкиназы из пивных дрожжей / И. П. Черникевич // Журнал ГрГМУ. – 2010. – № 2. – С. 31-34.
9. Черникевич, И. П. Сравнительный кинетический анализ тиаминкиназ из пивных дрожжей и головного мозга свиньи / И. П. Черникевич // Журнал ГрГМУ. – 2011. – № 3. – С. 25-28.

*Chernikevich I.P., Zimatkina T.I.*

### **EFFECT OF IMMOBILIZATION AND LYOPHILIZATION OF PORCINE LIVER THIAMINE KINASE ON ITS KINETIC PARAMETERS AND STABILITY**

*Establishment of Education “Grodno State Medical University”, Grodno, Belarus*

**Summary.** *The article is devoted to investigation of porcine liver thiamine kinase (EC 2.7.6.2) immobilization by microencapsulation in semipermeable membranes, identification of protein behavior and its stability and heat stability in the obtained structures. At the same time enzymatic lyophilization by a sublimation method was performed. It was shown that the microencapsulated protein operated in a kinetically-diffused regime, which influenced the way of the kinetic curves passage and the values of the obtained effective constants. The immobilization of thiamine kinase increased its stability and heat stability. The highest stabilization effect was obtained by thiamine kinase lyophilization.*

**Чиркин А.А.**

### **КОНЦЕПЦИЯ КОГНИТОБИОЛОГИИ И ПРЕПОДАВАНИЕ БИОХИМИИ**

*Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

**Резюме.** *Целью статьи явился поиск новых подходов к изучению биохимии и сопряженных дисциплин с целью разрешения возникшего противоречия в XXI веке между темпами научного прогресса и развитием образовательных технологий. Для преодоления этого противоречия предлагается ввести преподавание методологий когнитивной науки – области междисциплинарных исследований, включающих совокупность процессов приобретения, хранения, преобразования и использования знаний живыми и искусственными системами.*

**Введение.** В начале XXI века проявилось острое противоречие между развитием физико-химических методов исследования живых систем и накоплением огромных массивов новой информации о химических и биологических процессах в них, с одной стороны, и запаздыванием обработки и включения этой информации в образовательные программы первой и второй ступеней высшего образования, с другой. Лавинообразное развитие технологий исследования геномов, транскриптомов, протеомов и метаболомов привело к запаздыванию введения последних достижений биохимии и молекулярной биологии в программы подготовки специалистов медико-биологического профиля. Достаточно

вспомнить, что за время обучения в школе нынешних студентов время определения генома человека сократилось с 13 лет практически до суток, а стоимость такого анализа упала с 6 миллиардов долларов до 1000 долларов [1]. Очевидно, что простое введение массивов новых данных, полученных в последние годы, просто затруднительно и не снимет это противоречие. Поэтому целью статьи явился поиск новых подходов к изучению биохимии сопряженных дисциплин с целью разрешения возникшего противоречия между темпами научного прогресса и развитием образовательных технологий.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследования явилось формирование у студентов требуемых современным развитием науки компетенций – комплекса теоретических знаний и практических умений - в области биохимии и смежных наук в процессе обучения на первой и второй ступенях высшего медицинского и биологического образования. Предметом исследования явилась постановка вопросов об использовании принципов когнитивной науки при изучении биохимии и сопряженных вопросов молекулярной биологии на первой и второй ступенях высшего образования при подготовке специалистов-биохимиков (молекулярных биологов, возможно, «когнитобиологов») по запросам учреждений образования и предприятий реального сектора экономики. Ранее обсуждалась необходимость внедрения в образовательный процесс методологий вычислительной биологии для частичного решения возникшего противоречия [2]. Компьютерные технологии могут выполнять функцию адаптерной системы для обеспечения индивидуализации обучения. В процессе самоподготовки к лекциям и лабораторным занятиям студенты могут использовать информационные пособия и Интернет. В процессе лекционного занятия требуется использование мультимедийных технологий и слайдовых презентаций. На лабораторном занятии требуется 30-40% учебного времени уделить работе с компьютером: входной и выходной контроли, обучающие программы, программы обеспечения лабораторных работ, открытые компьютерные программы с целью конструирования биохимических процессов. Все эти типы программ функционируют в диалоговом режиме. Поскольку в них заложен интеллектуальный потенциал преподавателей кафедры, то фактически это модель взаимодействия преподавателя с обучаемым [2, 3]. Однако все вышеизложенное не позволило кардинально изменить сущность противоречия между стремительным накоплением новой химико-биологической информации и ее отображением в образовательном процессе. Очевидно, что такое противоречие невозможно разрешить без широкого внедрения информационных технологий в учебный процесс.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Информация — это то, что изменяет полноту знания об объекте или системе. Для работы в информационном поле был создан специфический класс программного обеспечения экспертные системы. Под системой понимают совокупность элементов, объединенных общей функциональной средой и целью функционирования, в которой элементы под действием системных взаимосвязей частично утрачивают свои индивидуальные свойства и приобретают специализацию. Функциональная среда системы — характерная для системы совокупность законов, алгоритмов и параметров, по которым осуществляется взаимодействие (обмен, взаимоотношение) между элементами системы и функционирование (развитие) системы в целом. Компонент системы- множество относительно однородных элементов, объединенных общими функциями при обеспечении выполнения общих целей развития системы. Элемент системы- условно неделимая, самостоятельно функционирующая часть системы (с точки зрения элементов, находящихся на более высоком эмерджентном уровне системы). Эмерджентность (от emergent «возникающий, неожиданно появляющийся») в теории систем — наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её элементам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями. Например, свойства биологического вида или биологической популяции не представляют собой свойства отдельных особей, а понятия наследуемость, рождаемость, смертность неприменимы к отдельной особи, но применимы к популяции (определение из Википедии). Структура системы- совокупность связей, по

которым обеспечивается обмен энергией, массой и информацией между элементами системы, определяющий ее функционирование[4].

Когнитивная наука – это область междисциплинарных исследований, включающих совокупность процессов приобретения, хранения, преобразования и использования знаний живыми и искусственными системами. В определении три ключевых момента: исследования междисциплинарные; исследования, в которых ставится знак равенства между живыми системами и моделями на искусственном субстрате; и исследования, касающиеся природы человеческого познания. Считают, что эта наука родилась 11 сентября 1956 года, когда в Массачусетском технологическом институте прошел Симпозиум по проблемам переработки информации. Тогда Г. Саймон и А. Ньюэлл представили первую в мире модель искусственного интеллекта под названием «Логик-теоретик». Первые модели познания как передачи и переработки информации когнитивисты в шутку называли *cognitiveboxology*, то есть «ящикология», это описание познания как множества ящичков с информацией, между которыми существуют переходы, где часть информации теряется или специально отфильтровывается, часть передается дальше и используется для управления дальнейшей активностью[5, 6]. Развитие когнитивных технологий тесно связано с био-, нано- и информационными технологиями. В последнее десятилетие когнитивная наука интенсивно внедряется в образование.

В биохимии и молекулярной биологии традиционно используются доступные банки данных. ProteinDataBank, PDB - банк данных трёхмерных структур белков и нуклеиновых кислот. Информация, полученная методами рентгеновской кристаллографии или ЯМР-спектроскопии, и, всё чаще, методом криоэлектронной микроскопии, вносится в базу данных биологами и биохимиками со всего мира, и доступна бесплатно через интернет сайты организаций-членов (PDBe, PDBj, RCSB). В базу данных по методам дифракции рентгеновских лучей, ЯМР, электронной микроскопии и смешанным методам внесены сотни тысяч записей. GenBank – база данных, находящаяся в открытом доступе, содержащая все аннотированные последовательности ДНК и РНК, а также последовательности закодированных в них белков. GenBank поддерживается Национальным центром биотехнологической информации США (NCBI), входящего в состав Национальных Институтов Здоровья в США, и доступен на бесплатной основе исследователям всего мира. В XXI веке международными коллективами ученых создаются атласы экспрессии генов (программы Fantom 1-5), атлас клеток человека, анализ транскриптомов клеток, накопление данных по геному человека и др.

В этой интенсивно развивающейся сфере производства научного знания формируются так называемые сетевые структуры. Одной из них является возникновение нового системного объекта исследования – сетевого, составные элементы которого имеют сетевую форму организации и взаимодействуют между собой по сетевому принципу. Это обусловило развитие научной методологии, разрабатывающей математический инструментарий для изучения системно-сетевых взаимодействий в структурах различной природы, а также способствовало изменениям в структуре познающего коллективного субъекта, связанным с интенсификацией коммуникации различных групп ученых для решения определенных проблемно-ориентированных задач. Способ взаимодействия сетевых научно-исследовательских коллективов между собой породил коммуникативную модель организации научного знания, предполагающую согласованность и взаимодействие гетерогенных теорий и концептов, актуализировал появление особых виртуальных сред исследования, предоставляющих сервисную инфраструктуру для обеспечения научно-исследовательской деятельности [7].

Современные образовательные технологии должны соответствовать развивающимся способам получения новой научной информации. Одним из возможных путей может быть внедрение методов когнитивной науки [8, 9]. В текущем году был обоснован и предложен большой набор шаблонов композиционного дизайна для описания различных систем, которые объединяют компьютерные статистические методы (варианты искусственного интеллекта) и

стандартные методы символической педагогики. Такие шаблоны проектирования помогают в обучении подбирать и систематизировать литературу, выяснять, какие комбинации методов служат для достижения поставленных целей и создавать банк программных компонентов для повторного использования[10]. В настоящее время говорят о создании в обозримом будущем интерфейса для связи мозга человека с машинной системой искусственного интеллекта. Пять лет тому назад была опубликована статья, в которой проведен анализ 234 источников литературы по нейробиологии и когнитивной биологии, показавший, что отличительной особенностью познавательной деятельности человека являются нейроны мозга, названные автором «мощными древовидными компьютерами». Рассматривая вопросы обучения на основе прогнозирования, где кодирование оформлено в ассоциативных терминах, автор утверждает, что современные данные требуют переосмысления таких моделей в когнитивных понятиях[11].

Итак, основной смысл подготовки «когнитобиолога», т. е. специалиста-биолога, биохимика, молекулярного биолога, способного для достижения поставленной научно-практической цели, заключается в привлечении информации из различных источников с применением компьютерных технологий и обработки ее средствами искусственного интеллекта.

С 2019 года на факультете биологии и биотехнологии Высшей школы экономики России открывается новая Образовательная программа «Клеточная и молекулярная биотехнология» продолжительностью 4 года и вступительными экзаменами по биологии, математике и русскому языку. Образовательная программа включает две части - базовую и вариативную. В базовую часть входят три блока дисциплин – блок «Математика и физика», блок «Химия» и блок «Биология»; в вариативную часть – блок «Биотехнологии» и блок «Клеточная и молекулярная биология». В настоящее время также выделяется направление преподавания «Молекулярное моделирование» - собирательное название методов исследования структуры и свойств молекул вычислительными методами с последующей визуализацией результатов, обеспечивающие их трехмерное представление при заданных в расчете условиях. Общей чертой методов молекулярного моделирования является атомистический уровень описания молекулярных систем - наименьшими частицами являются атомы или небольшие группы атомов. В этом состоит отличие молекулярного моделирования от квантовой химии, где в явном виде учитываются и электроны.

Информацию о когнитобиологии можно найти в Российском журнале когнитивной науки — новорецензируемом электронном журнале свободного доступа, посвященном научным исследованиям познания и публикующим статьи как на русском, так и на английском языках, а также в материалах симпозиумов.

**Заключение.** В процессе получения знаний существует типичная последовательность событий: поиск эффектов и их обобщение → выявление связей между эффектами и формулирование правил и закономерностей → построение определенной модели в данной области знаний → определение механизмов выявленных эффектов и их взаимодействия на основе созданной модели и прогнозирование их проявления в этой или другой области знания. Эта последовательность процессов результативной познавательной деятельности в биохимии в настоящее время часто сопряжена с достижениями смежных наук (клеточной и молекулярной биологии, биоинформатики, хемоинформатики, структурно-функционального анализа биомолекул), что требует приобретения современным специалистом умений и навыков экспертной работы в различных областях знаний. В формировании таких компетенций существенную роль могут сыграть методологии когнитобиологии.

#### Список использованных источников

1. Чиркин, А.А. Биохимия филогенеза и онтогенеза. Гриф МО. - Учебное пособие / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко, С.Б. Бокуть. - Минск: Новое знание, М.: «ИНФРА-М», 2012. – 288 с.

2. Чиркин, А.А. Проблемы и перспективы преподавания биохимии / А.А. Чиркин // Современные проблемы биохимии и молекулярной биологии. Г. Гродно, 17-18 мая 2018 г. Сб. научн. статей под ред. проф. И.Н. Семенени и д.б.н., проф., член-корр. НАНБ А.Г. Мойсеенка. – Минск, 2018. – С. 624-633.
3. Чиркин, А.А. Обоснование целесообразности преподавания биоинформатики на второй ступени высшего биологического образования / А.А. Чиркин // Актуальные проблемы химического образования в средней и высшей школе: сборник научных статей / Витебский гос. ун-т; редкол.: Н.М. Прищепа (гл. ред.) [и др.]; под ред. проф. Е.Я. Аршанского. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2018. – С. 325-327.
4. Курносоев, Ю.В., Конотопов П.Ю. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы / Ю.В. Курносоев, П.Ю. Конотопов. - Москва: Издательство «Русаки», 2004 г. — 550 с.
5. Фаликман, М. Что такое когнитивная наука? <https://polit.ru/article /2019 /06/20/falikman/>Доступ: 02.09.2019.
6. Eder, A.B. From boxology to scientific theories: on the emerging field of emotional action sciences /A.B. Eder // Emotion Review. – 2017. – Vol. 9, N4. – P. 343-355.
7. Капитонова, Т. Роль сетевых структур в современном научном познании / Т. Капитонова // Наука и инновации. – 2019. - №7 (197). – С.64 – 68.
8. The Oxford handbook of cognitive sociology. Ed. By W.H. Drekhuis, G. Ignatow. – Oxford university press-2019. – 684 p.
9. Wrede, S. An information driven architecture for cognitive systems research / S. Wrede // TFU Bielefeld zur Erlangung des Grades Doktor-Ingenieur. – 2008: Bielefeld. – 246 s.
10. Harmelen, F. A boxology of design patterns for hybrid learning and reasoning systems / F. Harmelen, A. Teije // J. Web. Engineering. – 2019. – Vol. 18, N 1-3. – P. 97-124.
11. Fitch W.T. Toward a computational framework for cognitive biology: Unifying approaches from cognitive neurosciences and comparative cognition / W.T. Fitch // Physics of Life Review. – 2014. – Vol. 11, N 3. – P. 329-364.

*Chirkin A.A.*

## CONCEPT OF COGNITOBIOLOGY AND TEACHING BIOCHEMISTRY

*Vitebsk State University named after P.M. Masherov, Vitebsk, Belarus*

**Summary.** *The aim of the article was to search for new approaches to the study of biochemistry and related disciplines in order to resolve the contradiction that arose in the 21st century between the pace of scientific progress and the development of educational technologies. To overcome this contradiction, it is proposed to introduce teaching of cognitive science methodologies - the field of interdisciplinary research including a set of processes for acquisition, storage, transformation and use of knowledge by living and artificial systems.*