

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БИОХИМИИ

**С. В. Романцова, С. Н. Романцов,  
С. Е. Синютина, Л. В. Розенблюм**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина»;  
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов, Россия*

**Ключевые слова:** биохимия; онлайн-обучение; цифровизация образования; цифровые технологии.

**Аннотация:** Проанализированы достоинства и недостатки онлайн-образования применительно к изучению фундаментальных дисциплин. Изложен опыт применения цифровых технологий в организации преподавания биохимии студентам высших учебных заведений. Разработана и внедрена в учебный процесс программа для расчета показателей биологической ценности белка.

### Введение

Темп жизни в XXI веке непрерывно растет, все более значимыми во всех сферах жизни человека становятся цифровые технологии. Цифровизация с нарастающей скоростью распространяется во всех отраслях экономики [1], цифровые технологии активно включаются в различные области науки и культуры и не могут не затронуть образование. Человек должен быть готов к активной жизни в новом непрерывно изменяющемся обществе, поэтому цифровизация образования становится необходимым условием качественной подготовки специалистов, в полной мере владеющих всеми предусмотренными стандартами навыками и компетенциями. Процесс цифровизации образования должен повышать его качество, делать образовательный процесс более наглядным, эффективным, удобным и доступным. Опыт онлайн-обучения во время пандемии COVID-19 показал его достоинства и недостатки. Вернувшись в аудитории и лаборатории, мы уже не сможем отказаться от положительных аспектов дистанционного обучения.

---

Романцова Светлана Валерьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии и фармакологии, e-mail: svromantsova@yandex.ru, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина»; Романцов Сергей Николаевич – магистрант, ТамбГТУ; Синютина Светлана Евгеньевна – кандидат химических наук, доцент кафедры биохимии и фармакологии; Розенблюм Людмила Васильевна – старший преподаватель кафедры биохимии и фармакологии, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина», Тамбов, Россия.

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г. Р. Державина» (далее – ТГУ им. Г. Р. Державина) активно применяет цифровые технологии. Зачетные книжки и журналы, в которых регистрируется посещаемость занятий студентами и их успеваемость с учетом балльно-рейтинговой системы, переведены в онлайн-формат; есть центр цифровых технологий и «цифровые кафедры», которые помогают студентам университета освоить IT-технологии.

Цифровизация процесса преподавания конкретной дисциплины, прежде всего, должна обеспечить студентам доступность материалов лекций, практических и лабораторных занятий, помочь в организации самостоятельного изучения и освоения материала, а это современным молодым людям удобно и привычно делать в цифровой среде, когда любой обучающий ресурс доступен в любое время вне зависимости от места нахождения обучающегося.

Плюсы и минусы цифровизации образования широко обсуждаются [2]. Преподаватели и студенты отмечают удобство и мобильность дистанционного образования, экономию времени, его практичность (электронные носители информации не мнутся и не рвутся, не требуют вырубki лесов, не приходится покупать и носить тяжелые книги). Но при этом нельзя закрывать глаза на то, как влияет такой способ обучения на здоровье студентов, их зрение, координацию, моторику, психологическое состояние в целом, способности к общению и социализации [3, 4].

Важно найти рациональный баланс между цифровыми и традиционными формами обучения. Не надо на образовательном уровне решать вопрос о том, кто сильнее – кит или слон. Онлайн- и офлайн-компоненты должны занять свои ниши, у каждого должны быть свои задачи. Например, лабораторную работу все-таки надо выполнять в лаборатории собственноручно, а вот подготовка к ней может быть организована дистанционно. Чтение лекций офлайн позволяет организовать непосредственное общение между лектором и студентами, они могут задавать вопросы, что-то уточнять непосредственно в ходе лекции, а видеолекция позволяет просмотреть и прослушать материал необходимое число раз. В настоящее время целесообразно включать в очный образовательный процесс элементы онлайн-обучения. К тому же пока еще существует проблема оснащенности процесса онлайн-обучения: не все студенты имеют соответствующее оборудование, высокоскоростной интернет, к сожалению, пока еще не присутствует в любой точке нашей страны и земного шара.

Необходимо понимать, что цифровые технологии являются только инструментом. Для преподавателя на первое место выходит создание образовательного контента, который будет вложен в предлагаемые онлайн-технологии. Казалось бы, в интернете есть множество онлайн-курсов для изучения любого предмета. Но если попробуем найти курс биохимии, окажется, что предлагаются в основном курсы повышения квалификации для преподавателей или медицинских работников. Образовательные платформы, предлагающие обучение биохимии: «Principles of Biochemistry», «Introduction to Biology – The Secret of Life», «Biochemistry: Biomolecules, Methods, and Mechanisms», «Biochemical Principles of Energy Metabolism» – англоязычные, к тому же каждый из курсов имеет свой уклон. Кто-то ос-

новное время уделяет белкам и ферментам, кто-то – матричным синтезам и генетике. У каждого преподавателя вуза есть своя стратегия преподавания предмета, она вряд ли совпадет с уже готовым курсом, даже если его автор – гарвардский профессор. Есть, например, сайт «Медвуза», который создан для помощи студентам-медикам. Видеокурсы создают студенты-старшекурсники для помощи студентам младших курсов. Студент-преподаватель задает вопросы, что-то поясняет для тех, кто уже прослушал курс и готовится к экзамену. Но выучить предмет в таком курсе невозможно.

Одному преподавателю или группе единомышленников с одной кафедры вряд ли удастся в краткие сроки самостоятельно создать обучающую платформу, учитывая занятость на занятиях, необходимость проверки контрольных заданий, методической и научной работы. Поэтому самым реальным воплощением идеи цифровизации при преподавании конкретного курса является создание онлайн-лекций, адаптация доступных обучающих программ к темам курса и создание лабораторных и практических работ в электронной форме.

*Цель работы* – внедрение цифровых технологий в преподавание биохимии.

### **Использование цифровых образовательных технологий при изучении биохимии**

Обучение с применением дистанционных образовательных технологий в ТГУ им. Г. Р. Державина осуществляется с использованием СДО Moodle. Рассмотрим использование цифровых технологий в преподавании биохимии для студентов специальностей «Лечебное дело», «Педиатрия» и «Стоматология» на кафедре биохимии и фармакологии ТГУ им. Г. Р. Державина. Количество часов по дисциплине «Биохимия» для данных специальностей различается, немного меняются акценты, поэтому рабочие программы дисциплины несколько отличаются: при сохранении общей направленности различается содержание и количество лекций, лабораторных и практических работ. Лекторы, отвечающие за курс, создают видеолекции с помощью программы Free Cam. Программа позволяет записывать видео с экрана с подключением функции записи голоса. В итоге получается видеоролик, в котором видны слайды презентации и слышен голос лектора, объясняющего представленный материал. Лекторы указывают ссылки на аудиолекции в СДО Moodle. Записанную таким образом лекцию студент может просматривать любое число раз целиком или отдельными фрагментами. Это позволяет уяснить те моменты, которые не были поняты во время лекции офлайн; прослушать лекцию тем студентам, которые отсутствовали на занятии; повторить материал при подготовке к промежуточному контролю. Просматривать лекцию можно на компьютере, планшете или телефоне, таким образом процесс получения информации становится более мобильным и доступным.

Информация по лабораторным работам также размещается в СДО Moodle. Кроме текста, описывающего проведение лабораторной работы, и контрольных вопросов, размещается видеоролик, с помощью которого можно увидеть ход лабораторной работы. Еще в процессе подготовки

к работе студент может рассмотреть особенности протекания реакций, приемы проведения эксперимента, продумать, какие выводы можно сформулировать после проведения работы. Также такие ролики позволяют увидеть экспериментальную часть работы тем студентам, которые пропустили ее, вспомнить особенности протекания реакций и способов определения биохимически важных показателей биологических жидкостей при подготовке к зачету или экзамену.

Важным элементом обучения является освоение и закрепление материала. Объем изучаемой информации очень велик, студент должен уметь его систематизировать. Данный процесс можно проводить на бумаге, составляя таблицы, графики, схемы. Но современные гаджеты позволяют это делать на новом уровне. Для систематизации изучаемого материала в качестве инструмента для самоконтроля создаются интерактивные задания на базе сервиса LearningApps.org. Задания можно использовать во время практических занятий, но чаще они выдаются в качестве домашнего задания, чтобы студент мог самостоятельно проверить, насколько хорошо он усвоил изучаемый материал.

При изучении темы «Метаболизм белков» используется приложение «Классификация», которое позволяет распределять различные аминокислоты по группам в зависимости от вида классификации. Например, чтобы лучше запомнить заменимые, незаменимые и условно заменимые аминокислоты, создаются три соответствующие группы, с которыми затем должны быть соотнесены названия аминокислот. Аналогично можно закреплять знания по гликогенным и кетогенным аминокислотам или изучать их классификацию по строению радикала (рис. 1, а), а также разделить экран на две части и классифицировать ферменты, участвующие в переваривании белков, перенося в одну сторону экзопептидазы, а в другую – эндопептидазы (рис. 1, б).

Приложение «Найди пару» позволит закрепить сведения о различных нарушениях обмена аминокислот, создавая пары из названия патологий и ферментов, дефект которых приводит к данным патологиям (рис. 1, в).

Теоретический материал разбирается и закрепляется на практических занятиях. Например, говоря о белках, нельзя не упомянуть о биологической ценности белков. Студенты должны иметь представление о том, какие показатели оценивают биологическую ценность белка. Это, прежде всего, аминокислотный скор (АС), определяемый как отношение количеств незаменимых аминокислот в исследуемом и идеальном белке. С его помощью можно определить аминокислоту, лимитирующую биологическую ценность белка. Показатель скорректированной оценки усвояемости аминокислот белка или аминокислотный коэффициент усвояемости белков PDCAAS (*англ.* Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) также опирается на понятие лимитирующей аминокислоты, но еще учитывает усвояемость белка. Кроме этого, существует такой показатель, как индекс незаменимых аминокислот (ИНАК). Его можно рассматривать как еще одну модификацию метода химического сора. Он позволяет учитывать количество всех незаменимых кислот, а не только лимитирующую кислоту. Сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону отражает коэффициент утилитарности незаменимых аминокислот (КУНА); коэффициент разбалансированности аминокислотного состава (КРАС)



а)



б)



в)

Рис. 1. Использование приложений «Классификация» по строению радикала (а) и ферментов (б), «Найди пару» (в) сервиса LearningApps.org для изучения темы «Метаболизм белков»

характеризует избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды. Студент должен понимать, что аминокислотный состав белка не должен быть не только недостаточным, но и избыточным, ведь распад аминокислот, не используемых на пластические функции организма, увеличивает нагрузку на печень. Именно по значению КРАС определяется показатель биологической ценности (БЦ) белка. Интересную информацию о ценности белка несет и показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот  $\sigma$ .

Интересным и полезным для понимания биологической ценности белка было бы определение и сопоставление всех этих величин для различных белков животного и растительного происхождения. Однако расчеты отнимут много времени на занятии. Поэтому авторами данной работы создана программа для расчета показателей биологической ценности белка. Программа берет на себя все расчеты, которые происходят практически мгновенно, предоставив освободившееся на занятии время для анализа, сопоставления и обсуждения результатов, формулировки выводов.

Самые распространенные компьютерные программы для работы с электронными таблицами с функцией математических вычислений – Excel и Google Таблицы. Однако Google Таблицы не подходят для организации практического занятия. Студенты получают ссылку на программу, скачивают и работают с ней все одновременно. В Google Таблицах это сложно организовать. Поэтому программу реализовали в электронной таблице Excel, а сервис Google Forms используется для создания обратной связи, с его помощью студенты сообщают преподавателю свои результаты и выводы, сделанные в результате анализа данных.

Содержание аминокислот в «идеальном» белке было сразу внесено в формулу. При этом учитывалось, что аминокислотный состав «идеального» белка впервые предложен ФАО/ВОЗ в 1971 г. Именно он предлагается в большинстве опубликованных исследований, методических указаний и практикумов для студентов медицинских и пищевых вузов. Однако нутрициология активно развивается, накапливаются материалы медицинских и биологических исследований, в результате чего состав «идеального» белка пересматривался в 1989, 2002 и 2011 гг. [5 – 7]. Последний состав эталонного белка содержит намного меньше незаменимых аминокислот (13 – 38 %), по сравнению с рекомендациями 1971 г. Меньше всего изменилось содержание лейцина и лизина, больше всего – треонина. Для созданной программы использованы рекомендации ФАО/ВОЗ 2011 г, что позволяет студентам правильно оценивать белковую полноценность пищевых продуктов.

Преподаватель выдает каждому студенту индивидуальные белки для анализа. Содержание незаменимых аминокислот в них (мг/100 г продукта) должно также быть внесено в программу. Чтобы не загромождать поле самой работы большими таблицами (используется более 100 белков), применяли инструмент «выпадающая таблица». Чтобы рядом с выбранным продуктом появлялись данные по аминокислотному составу из базы данных, использовали функцию ВПР («вертикальный просмотр»), которая используется для работы с большими объемами данных – нет необходимости сопоставлять и переносить сотни наименований, функция делает это автома-

тически. Обучающиеся должны самостоятельно пересчитать содержание незаменимых аминокислот в мг/1 г исследуемого белка, ввести эти величины в соответствующие поля, и программа рассчитает значение АС для каждой аминокислоты. По этим данным студент должен определить первую лимитирующую аминокислоту, а также вторую и третью (если они есть). Значение АС первой лимитирующей аминокислоты вводится в соответствующую ячейку программы, эта величина будет использована программой для дальнейших расчетов, в том числе для величины КУНА и показателя  $\sigma$ , по которым можно сделать вывод о сбалансированности аминокислотного состава исследуемых белков. Также рассчитываются коэффициент КРАС, БЦ исследуемых белков и ИНАК. Используя значение АС для лимитирующей кислоты и усвояемости белка, студент может определить значение PDCAAS. Затем полученные данные анализируются, сопоставляются, значения показателей биологической ценности белка и сформулированные студентом выводы отправляются преподавателю. Для обычной работы студенту выдается два белка, как правило, растительный и животный. Студенты, желающие провести научно-исследовательскую работу, могут взять большее число белков и провести более масштабный анализ, например, проследить симбатность изменения разных характеристик БЦ белка. Даже на небольшом числе продуктов видно, что симбатность наблюдается для изменения показателей АС первой лимитирующей кислоты и PDCAAS (табл. 1). Показатели БЦ и ИНАК в целом увеличиваются с увеличением АС, но наблюдаются и исключения из этой зависимости, что заставляет студентов искать причины наблюдаемого явления.

Таблица 1

**Значения характеристик биологической ценности белка**

Продукт	Первая лимитирующая аминокислота	АС <sub>мин</sub>	БЦ	ИНАК	PDCAAS
Перловка	мет	9,35	10,4	0,78	8,04
Макароны	лиз	25,83	35,1	0,69	22,2
Кальмар	фен	30,97	21,8	1,23	29,1
Кролик	фен	59,14	41,2	1,43	55,59
Хлеб пшеничный	лиз	61,9	60,4	1,1	59,4
Гречка	лей	88,48	77	1,24	77,9
Индейка	фен	97	67,7	1,45	91,2
Конина	мет	105,48	71,3	1,545	94
Минтай	фен	106,7	62,7	1,69	
Курятина	вал	110,75	78	1,44	
Свинина	фен	121,22	79,3	1,59	
Треска	фен	122,7	70,4	1,75	
Сыр	лей	124,9	61,4	2,3	95

## Заключение

Таким образом, современное образование нуждается в применении цифровых технологий. Образовательные приложения и интернет-ресурсы с интеграцией в процесс изучения обладают большим потенциалом. Использование подобных технологий повышает качество образования, способствует наилучшему пониманию материала за счет визуализации процессов и явлений, механизм которых без использования данных технологий невозможно увидеть. Применение цифровых технологий в обучении поднимает привлекательность вуза в глазах абитуриентов, что также является их достоинством.

Представленная программа способствует развитию у студентов аналитического мышления, умения систематизировать и обобщать материалы, самостоятельно делать выводы из полученных данных, вызывает интерес к изучению предмета.

### Список литературы

1. Буданцев, Д. В. Цифровизация в сфере образования: обзор российских научных публикаций / Д. В. Буданцев // Молодой ученый. – 2020. – № 27 (317). – С. 120 – 127.
2. Воробьева, И. А. Плюсы и минусы цифровизации в образовании / И. А. Воробьева, А. В. Жукова, К. А. Минакова // Междунар. науч.-исследовательский журнал. – 2021. – № 1-4 (103). – С. 110 – 118. doi: 10.23670/IRJ.2021.103.1.109
3. Гордеева, Е. В. Цифровизация в образовании / Е. В. Гордеева, Ш. Г. Мурадян, А. С. Жажоян // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 4-1 (74). – С. 112 – 115. doi: 10.24412/2411-0450-2021-4-1-112-115
4. Молчанова, Е. В. О плюсах и минусах цифровизации современного образования / Е. В. Молчанова // Проблемы соврем. пед. образования. – 2019. – № 64-4. – С. 133 – 135.
5. Protein Quality Evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. – Rome : Food and Agriculture Organization, 1991. – 66 p.
6. Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. – Geneva : World Health Organization, 2007. – 256 p.
7. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation. – Rome : Food and Agriculture Organization, 2013. – 66 p.

### References

1. Budantsev D.V. [Digitalization in the field of education: a review of Russian scientific publications], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2020, no. 27 (317), pp. 120-127. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Vorob'yeva I.A., Zhukova A.V., Minakova K.A. [Pros and cons of digitalization in education], *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Scientific Research Journal], 2021, no. 1-4 (103), pp. 110-118, doi: 10.23670/IRJ.2021.103.1.109 (In Russ., abstract in Eng.)
3. Gordeyeva Ye.V., Muradyan Sh.G., Zhazhoyan A.S. [Digitalization in education], *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and business: theory and practice], 2021, no. 4-1 (74), pp. 112-115, doi: 10.24412/2411-0450-2021-4-1-112-115 (In Russ., abstract in Eng.)



4. Molchanova Ye.V. O [On the pros and cons of digitalization of modern education], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of modern pedagogical education], 2019, no. 64-4, pp. 133-135. (In Russ., abstract in Eng.)

5. *Protein Quality Evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation*, Rome: Food and Agriculture Organization, 1991, 66 p.

6. *Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation*, Geneva: World Health Organization, 2007, 256 p.

7. *Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO Expert Consultation*, Rome: Food and Agriculture Organization, 2013, 66 p.

---

### **Using Digital Educational Technologies in Studying Biochemistry**

**S. V. Romantsova, S. N. Romantsov,  
S. E. Sinyutina, L. V. Rosenblum**

*Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia;  
Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

**Keywords:** biochemistry; online learning; digitalization of education; digital technologies.

**Abstract:** The advantages and disadvantages of online education are analyzed in relation to the study of fundamental disciplines. The experience of using digital technologies in organizing the teaching of biochemistry to students of higher educational institutions is described. A program for calculating indicators of the biological value of protein has been developed and introduced into the educational process.

---

© С. В. Романцова, С. Н. Романцов,  
С. Е. Синютина, Л. В. Розенблюм, 2023

Для заметок