



## Цифровые технологии и инновационная информационно-образовательная среда в геномном образовании

**Якубова Фарида Темуровна –**

Университет «Альфраганус»

исполняющий обязанности доцента, Медицинского факультета

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0599-4071>

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются вопросы внедрения инновационной информационно-образовательной среды в процесс обучения геномике, использования цифровых технологий и их влияния на качество образования. Анализируются пути повышения эффективности преподавания геномики на основе биоинформатики, виртуальных лабораторий, симуляционных программ и интерактивных ресурсов. Обобщаются результаты исследований ученых Узбекистана в области цифровизации медицинского биологического и генетического образования, а также разрабатываются методические рекомендации, направленные на формирование геномной грамотности.

**Ключевые слова:** геномика, геномное образование, информационно-образовательная среда, цифровые технологии, биоинформатика, виртуальная лаборатория, качество образования, интерактивных ресурсы, генетическая грамотность.

## Genomik ta'limda raqamli texnologiyalar va innovatsion axborot-ta'lim muhiti

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada genomikani o'qitish jarayoniga innovatsion axborot-ta'lim muhitini joriy etish, raqamli texnologiyalardan foydalanish va ularning ta'lim sifatiga ta'siri masalalari ko'rib chiqiladi. Bioinformatika, virtual laboratoriyalar, simulyatsiya dasturlari va interaktiv resurslar asosida genomikani o'qitish samaradorligini oshirish yo'llari tahlil qilinadi. O'zbekiston olimlarining tibbiy biologik va genetik ta'limni raqamlashtirish sohasidagi tadqiqotlari natijalari umumlashtirilmoqda, shuningdek, genomik savodxonlikni shakllantirishga qaratilgan uslubiy tavsiyalar ishlab chiqilmoqda.

**Kalit so'zlar:** genomika, genom ta'limi, axborot-ta'lim muhiti, raqamli texnologiyalar, bioinformatika, virtual laboratoriya, ta'lim sifati, interaktiv resurslar, genetik savodxonlik.

## **Digital technologies and an innovative information and educational environment in genomic education**

**Annotatsiya.** *This article discusses the issues of introducing an innovative information and educational environment in the process of teaching genomics, the use of digital technologies and their impact on the quality of education. The article analyzes ways to improve the effectiveness of teaching genomics based on bioinformatics, virtual laboratories, simulation programs and interactive resources. The results of research by scientists of Uzbekistan in the field of digitalization of medical biological and genetic education are summarized, as well as methodological recommendations aimed at the formation of genomic literacy are being developed.*

**Keywords:** *genomics, genomic education, information and educational environment, digital technologies, bioinformatics, virtual laboratory, quality of education, interactive resources, genetic literacy.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Стремительные научно-технологические изменения в современной биологической науке, включая генетику и геномику, ставят новые задачи перед системой образования. В результате завершения проекта «Геном человека», удешевления технологий секвенирования, широкого применения методов редактирования генома на основе CRISPR [2] и постоянного расширения баз биоинформационных данных геномика превратилась из теоретической науки в составную часть практической медицины, сельского хозяйства и промышленности. В таких условиях коренное обновление методики преподавания основ геномики в высших и средних специальных образовательных учреждениях, ее гармонизация со современными информационно-коммуникационными технологиями приобретает актуальное значение.

Геномика по своей природе – это отрасль науки, неразрывно связанная с большими объемами данных (big data), сложными математико-статистическими методами анализа и постоянно обновляемыми электронными базами данных (GenBank, Ensembl, NCBI и др.). Поэтому ее эффективное преподавание традиционными методами, основанными только на учебниках и текстах лекций, ограничено. Для формирования у учащихся и студентов геномной грамотности – то есть навыков анализа последовательностей ДНК, использования программ биоинформатики, интерпретации генетических данных – требуются инновационная информационно-образовательная среда, виртуальные лаборатории, программы симуляции и моделирования, а также технологии дистанционного и смешанного (blended) обучения.

Цель данной статьи – изучить теоретико-методические основы формирования инновационной информационно-образовательной среды в геномном образовании, механизмы влияния цифровых технологий на качество обучения и обобщить результаты исследований, проведенных учеными Узбекистана в этой области. Понятие информационно-образовательной среды и вопросы её формирования широко изучены в узбекистанской педагогической науке. В исследованиях Р. Хамдамова, У. Бегимкулова и Н. Тайлакова обоснованы этапы организации [3] современной среды информационных технологий в образовательном учреждении, при этом показана взаимосвязь психологической подготовки, программного обеспечения и переподготовки педагогических кадров. Авторы подчеркивают, что процесс информатизации не ограничивается лишь использованием технического оборудования, а требует перепроектирования всего образовательного процесса – от

целей до оценки. В диссертационных исследованиях, проведенных в направлении медицинской биологии и генетики (материалы Высшей аттестационной комиссии, 2024–2025 гг.), особое место отведено роли виртуальных программ, симуляций и иммерсивных технологий в развитии исследовательских навыков студентов при обучении медицинской биологии. В данном исследовании разработаны пути обогащения содержания модулей «Медицинская биология и генетика» на основе виртуальных лабораторий и дидактических средств, а также повышения профессиональной мобильности студентов путем системной интеграции интерактивных ресурсов на различных этапах учебного процесса. В учебно-методических пособиях по направлению биоинформатики (материалы учебников, подготовленные на основе электронного ресурса Genomics.uz) студентам системно представлены технологии редактирования генома, методы секвенирования и концепции биоинформатики. В этих пособиях подчеркивается, что такие базовые понятия, как секвенирование, геномика, протеомика, а также последовательности ДНК и белков, должны закрепляться через практические занятия. В материалах республиканских научно-практических конференций, проведенных с участием Шарипова Ш., Абдуллаевой Б. и других авторов, широко обсуждался [6] опыт использования цифровых средств в преподавании естественно-научных дисциплин и интегративно-инновационные подходы в образовании. Также в нормативных документах при Министерстве высшего и среднего специального образования определены задачи по направлению студентов в научно-инновационную деятельность в высших образовательных учреждениях, в том числе по внедрению современных технологий обучения по естественным наукам.

Зарубежные исследователи (например, сравнительные исследования на тему цифровизации и образовательной среды) показали, что создание универсального критерия оценки качества образования при использовании информационно-коммуникационных технологий в высшем образовании является сложной задачей, однако интерактивные методы – за счет обеспечения индивидуализированного, дифференцированного и многоуровневого обучения – существенно повышают эффективность образования. Такие выводы имеют особенно важное значение в такой богатой данными и постоянно обновляющейся области науки, как геномика, поскольку традиционные методы не могут устранить риск устаревания знаний. Таким образом, анализ существующей литературы показывает, что ученые Узбекистана достигли значительных результатов в отдельных направлениях информационно-образовательной среды, виртуальных лабораторий и методики преподавания биоинформатики, однако комплексное исследование самого понятия «геномное образование» как целостной педагогической системы в гармонии инновационной информационно-образовательной среды и цифровых технологий все еще требует дальнейшего углубления.

## **МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В статье использовались методы системного анализа научной литературы, сравнительной оценки существующего педагогического опыта и формулирования выводов на основе нормативно-правовых документов. В качестве объекта исследования был выбран комплекс компонентов информационно-образовательной среды (электронные образовательные платформы, виртуальные лаборатории, симуляционные программы, базы биоинформационных данных), применяемых в процессе преподавания геномики, медицинской биологии и биоинформатики в высших образовательных учреждениях. Предметом анализа являются механизмы влияния цифровых технологий на показатели качества образования (уровень усвоения

знаний, формирование практических навыков, направленность на исследовательскую деятельность).

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

### **1. Компоненты инновационной информационно-образовательной среды в геномном образовании**

Под инновационной информационно-образовательной средой для геномного образования мы понимаем следующие неразрывно связанные между собой компоненты:

электронные образовательные ресурсы и платформы дистанционного обучения (учебно-методические комплексы, видеолекции и банки тестов);

виртуальные лаборатории и симуляционные программы (программные средства, моделирующие процессы секвенирования ДНК, ПЦР, редактирования генома);

открытые базы данных и программы биоинформатики (практическая работа с такими системами, как GenBank, Ensembl, NCBI, BLAST);

интерактивные задания и рабочие тетради (составленные на основе рефлексивного проектирования, адаптивной визуализации);

система непрерывной подготовки педагогических кадров по цифровой грамотности.

Каждый из этих компонентов должен проектироваться с учетом специфических особенностей геномики — необходимости работы с большими объемами данных, анализа последовательностей и визуализации результатов. Как отмечается в исследованиях по образованию в области медицинской биологии, комплексная и системная интеграция виртуальных программ и иммерсивных технологий на различных этапах учебного процесса, осуществляемая при взаимной координации учебных планов по каждой дисциплине, эффективно развивает исследовательские навыки студентов.

### **2. Механизмы влияния цифровых технологий на качество образования**

Цифровые технологии влияют на качество геномного образования в нескольких направлениях. Во-первых, благодаря виртуальным лабораториям и симуляциям студенты получают возможность безопасно и многократно выполнять дорогостоящие и требующие много времени эксперименты, которые в реальных лабораторных условиях затруднены. Во-вторых, навыки практической работы с программами биоинформатики и электронными базами данных формируют у студентов самостоятельную исследовательскую деятельность, что становится необходимой профессиональной компетенцией для работы в сфере современной молекулярной биологии и медицины.

В-третьих, методы индивидуализированного и дифференцированного обучения (адаптивные тестовые системы, персональные траектории обучения) создают условия для того, чтобы каждый студент поэтапно осваивал сложные темы геномики (например, анализ генетических вариаций, технологии редактирования генома) в соответствии со своим уровнем знаний. Такой подход значительно повышает [4] эффективность усвоения знаний по сравнению с традиционным лекционным методом, ведущимся в одинаковом для всех студентов темпе, что подтверждается и в зарубежных исследованиях. В-четвертых, цифровая образовательная среда создает новые формы общения между педагогом и студентом (форумы, онлайн-консультации, совместные проекты), что помогает постоянно обновлять знания в такой быстро меняющейся научной сфере, как геномика. Вместе с тем, сохраняется сложность создания единого универсального критерия оценки качества образования, поскольку уровень цифровизации в различных образовательных учреждениях может отличаться.

### **3. Практический опыт цифровизации геномного образования в Узбекистане**

В последние годы в Узбекистане принят ряд мер по повышению результативности научно-исследовательских [1] и инновационных работ в высшем образовании в естественных направлениях, в том числе в биологии и генетике. В частности, определены такие направления, как создание цифрового кадастра по фауне и флоре республики, подготовка новой редакции национальной «Красной книги», и подобная цифровая инфраструктура служит основой для геномных и экологических исследований.

В высших медицинских образовательных учреждениях усовершенствовано содержание модулей, позволяющих использовать виртуальные программы и дидактические средства при преподавании дисциплины «Медицинская биология и генетика», а также внедрены методы рефлексивного проектирования и адаптивной визуализации с помощью «Рабочих тетрадей». [7] Кроме того, в учебных пособиях, подготовленных по биоинформатике, технологии редактирования генома, методы секвенирования и концепции биоинформатики доносятся до студентов поэтапно, что формирует у них профессиональную компетентность по оценке практических проблем в области генетики. В то же время анализ существующего опыта показывает, что в цифровизации геномного образования все еще сохраняются следующие проблемы: уровень подготовки педагогических кадров по использованию программ биоинформатики неодинаков в разных образовательных учреждениях; недостаточно версий виртуальных лабораторий и симуляционных программ, адаптированных на национальный язык; практические занятия, обучающие работе с базами геномных данных, системно не отражены в учебных планах.

#### **4. Методические рекомендации по формированию геномной грамотности**

На основе приведенного выше анализа были разработаны следующие методические рекомендации для повышения качества геномного образования:

гармонично включить в учебные планы основы биоинформатики и практические занятия (работа с такими системами, как GenBank, NCBI, BLAST);

комплексно интегрировать в учебный процесс виртуальные лаборатории и симуляционные программы, адаптированные на национальный язык;

внедрить систему непрерывного повышения квалификации педагогических кадров по цифровой грамотности и современным инструментам биоинформатики;

использовать электронные платформы, формирующие адаптивные и индивидуализированные траектории обучения для студентов;

включить в учебные программы самостоятельные исследовательские проекты по геномике для студентов (например, малые научные проекты на основе открытых баз данных).

Эти рекомендации послужат развитию геномного образования как целостной системы, направленной не только на передачу теоретических знаний, но и на формирование практических исследовательских навыков.

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Стремительное развитие геномики и рост её значения в медицине, сельском хозяйстве и биотехнологиях ставят перед системой образования задачу разработки новых методических подходов к формированию геномной грамотности. Проведенный анализ показал, что инновационная информационно-образовательная среда — сочетание электронных ресурсов, биолaborаторий, программ биоинформатики и адаптивных электронных платформ — имеет решающее значение в формировании знаний и навыков по геномике.

Исследования ученых [5] Узбекистана по медицинскому биологическому образованию, методике преподавания биоинформатики и формированию информационно-образовательной среды создали важную теоретико-практическую

основу в данном направлении. Вместе с тем, сохраняется необходимость проведения дополнительных научно-методических исследований в области развития геномного образования как целостной педагогической системы, глубоко интегрированной с цифровыми технологиями, подготовки педагогических кадров и расширения цифровых ресурсов на национальном языке. Мы считаем, что предложенные методические рекомендации послужат повышению качества преподавания геномики и медицинской биологии в высших образовательных учреждениях.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Мирзиёев Ш.М. Вместе мы построим свободное и процветающее, административное государство Узбекистан. – Т.: «Узбекистон» НМИУ, 2017. – 29 с.
2. О мерах по обеспечению качества образования в высших образовательных учреждениях: Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан. – Источник: [lex.uz/acts/3765586](http://lex.uz/acts/3765586).
3. Хамдамов Р., Бегимкулов У., Тайлаков Н. Информационные технологии в образовании. Для высших образовательных учреждений. – Т.: Государственное научное издательство «УЗМЭ». – 256 с.
4. Методика развития исследовательских навыков студентов при обучении биологии (на примере медицинской биологии): Материалы научных исследований / Высшая аттестационная комиссия при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан. – Т., 2025. – Источник: [oak.uz/pages/19448](http://oak.uz/pages/19448).
5. Основы биоинформатики: учебное пособие. Технологии редактирования генома и основные принципы биоинформатики. – Источник: [genomics.uz/f/bioinformatika.pdf](http://genomics.uz/f/bioinformatika.pdf).
6. Шарипов Ш., Абдуллаева Б. и др. Интегративно-инновационные подходы в начальном образовании: Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции. – Ташкентский государственный педагогический университет, 2023.
7. О дополнительных мерах по повышению результативности научно-исследовательских и инновационных работ, реализуемых в направлении химии и биологии: Нормативно-правовой документ Республики Узбекистан. – Источник: [regulation.gov.uz/uz/document/14140](http://regulation.gov.uz/uz/document/14140).
8. Information and communication technologies in higher education: comparative analysis of educational environment digitalization. – New Information Technologies, Simulation and Automation, [arxiv.org/pdf/2301.01028](https://arxiv.org/pdf/2301.01028).