



УДК 372.857+316.6

Научная статья / **Research Full Article**DOI: [10.15293/2658-6762.2302.02](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2302.02)Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

## **Эффективность формирования естественно-научной грамотности школьников при изучении генетических разделов биологии в условиях гибкой модели смешанного обучения**

Т. А. Седых<sup>1</sup>, Л. А. Амирова<sup>1</sup>, А. И. Фазлутдинова<sup>1</sup>, Г. Ф. Галикеева<sup>1</sup>,  
Э. М. Галимова<sup>1</sup>, Н. В. Суханова<sup>1</sup>, В. Н. Саттаров<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Уфа, Россия

**Проблема и цель.** Статья посвящена изучению проблемы формирования функциональной грамотности школьников в условиях смешанного обучения. Целью исследования стало определение эффективности формирования естественно-научной грамотности школьников при изучении генетических разделов биологии в условиях гибкой модели смешанного обучения.

**Методология.** Методология исследования основана на идеях гуманизации, субъектности, инновационности при формировании функциональной грамотности школьников, системном подходе к организации изучения раздела биологии «Генетика» и образовательного процесса в целом. Опытнo-экспериментальная работа проводилась в 7 типах образовательных организаций Республики Башкортостан (школы с углубленным изучением ряда предметов, школы индивидуального обучения, частные школы, средние общеобразовательные школы, основные общеобразовательные школы, лицей и гимназия), в исследовании приняли участие 191 школьник, 9 учителей, 112 родителей. Были использованы следующие методы: теоретический анализ, метаанализ, методы аналогии, сравнения, модифицирования, анкетирования, интервьюирования, тестирования, статистической обработки данных.

**Результаты.** В процессе исследования обоснована необходимость разработки образовательных технологий и инструментов для осуществления комплексного подхода к формированию и развитию естественно-научной грамотности на этапе общего образования. Раскрыта роль генетики как раздела школьного курса в формировании естественно-научной грамотности школьников, выявлены тенденции и дефициты школьной практики в его преподавании, обоснована

---

**Финансирование проекта:** Исследование выполнено в рамках реализации государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации 073-03-2022-009/3 по теме «Концепция генетического образования в школе и вузе в условиях смешанного обучения».

**Библиографическая ссылка:** Седых Т. А., Амирова Л. А., Фазлутдинова А. И., Галикеева Г. Ф., Галимова Э. М., Суханова Н. В., Саттаров В. Н. Эффективность формирования естественно-научной грамотности школьников при изучении генетических разделов биологии в условиях гибкой модели смешанного обучения // Science for Education Today. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 25-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2302.02>

✉ **Автор для корреспонденции:** Т. А. Седых, [s\\_ta@inbox.ru](mailto:s_ta@inbox.ru)

© Т.А. Седых, Л.А. Амирова, А.И. Фазлутдинова,  
Г. Ф. Галикеева, Э.М. Галимова, Н.В. Суханова, В.Н. Саттаров, 2023

*перспективность применения технологии смешанного обучения и электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей, направленного на формирование и развитие интереса к биологическим наукам через изучение генетики, повышение мотивации к освоению знаний о сложных процессах, происходящих в микромире, а также на развитие образовательной парадигмы персонализации обучающихся при использовании в смешанном обучении электронных образовательных курсов.*

**Заключение.** *Полученные результаты доказывают эффективность формирования естественно-научной грамотности школьников при реализации гибкой модели смешанного обучения; предложенный электронный образовательный ресурс «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей способствует развитию субъектной позиции школьников, обеспечивает устойчивую тенденцию к повышению качества знаний, интереса к генетике как науке.*

**Ключевые слова:** *функциональная грамотность; естественно-научная грамотность; генетическое образование; гибкая модель смешанного обучения; электронный образовательный контент; электронные образовательные курсы.*

### Постановка проблемы

Современная система общего образования претерпевает существенные изменения, связанные с решением проблемы формирования функциональной грамотности, что стимулирует переориентацию форм обучения с пассивных (классически информационных) на активные, а также формирование устойчивой субъектной позиции обучающегося. В этой связи акценты при изучении учебных предметов и дисциплин переносятся на сам процесс познания, эффективность которого полностью зависит от познавательной активности и самостоятельности обучающегося и его способности к самооценке. Естественно-научная грамотность как ключевая составляющая функциональной грамотности современного человека формируется на протяжении всех лет обучения в школе, ее назначение – становление активной гражданской позиции по вопросам, связанным с развитием естественных наук и применением их достижений, а также развитие общепредметных умений. Уровень сформированности естественно-научной грамотности определяется по таким критериям, как готовность личности интересоваться естественно-научными идеями современности,

овладение умениями объяснить явление с точки зрения науки, понимать основные особенности естественно-научного исследования, осуществлять прогнозы, анализировать и интерпретировать данные, проводить оценочные расчеты, использовать научные доказательства при формулировании выводов и т. п. [1; 2].

Анализ научных работ показывает, что значительный интерес к проблеме формирования и развития естественно-функциональной грамотности появился после того, как в России в начале XXI в. впервые были проанализированы результаты исследования PISA (Programme for International Student Assessment), которые показали, что российские школьники демонстрируют затруднения в применении естественно-научных знаний в повседневных ситуациях при высоком уровне овладения предметными знаниями и умениями [3].

Ежегодно проводимый анализ исследований PISA вплоть до 2015 г. не показал положительной динамики естественно-научной функциональной грамотности, в связи с этим перед российской системой общего образования встала задача обеспечить условия для повышения ее уровня и, соответственно, уровня

конкурентоспособности российского образования<sup>1</sup>.

Решение обозначенной задачи вскрыло ряд проблем методологического, содержательного, методического характера, которые активно разрабатываются с 2018 г. В их решение включились ученые-педагоги, преподаватели высшей школы, методисты, школьные учителя. Можно констатировать, что в профессиональном педагогическом сообществе сложилось коллегиальное мнение относительно ряда вопросов. Обозначим некоторые из них:

– востребованная естественно-научная грамотность может быть сформирована, если содержание образования построено на взаимосвязанных разделах естествознания и человекознания [1; 2]. Для этого целесообразно создавать точки взаимодействия для команды учителей, ведущих предметы научно-исследовательского цикла, проводить интегрированные уроки, шире использовать проектные технологии [4];

– функциональная грамотность вообще и естественно-научная в частности не может быть сформирована или развита без создания условий для активизации мышления, когнитивных и практических действий школьников в учебном процессе, без использования технологий индивидуализации обучения на основе предметного и межпредметного содержания<sup>2</sup>. Предлагается использовать кейсы<sup>3</sup>, ученический эксперимент на уроках<sup>4</sup>, возможности дополненной реальности<sup>5</sup>, практиковать разные формы обучения [5], включать потенциал внеурочной деятельности [6], дистанционного образования [7] и иммерсивных технологий [8];

– формирование естественно-научной грамотности требует инновационного специального научно-методического обеспечения (пространственного, цифрового, лабораторного и др.) [9];

– необходимо методическое сопровождение и методическая помощь учителям, повышение их профессиональной, предметной и методической квалификации [10; 11].

<sup>1</sup> Сергеева Т. Н. Развитие компонентов естественно-научной грамотности на занятиях курса внеурочной деятельности общеинтеллектуальной направленности «Удивительный мир биологии» с использованием технологий индивидуализации // Тьюторское сопровождение в системе общего, дополнительного и профессионального образования: сборник III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Челябинск: ООО "Край Ра", 2021. – С. 242–246. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46309165>

<sup>2</sup> Мансурова С. Е., Камзеева Е. Е., Иванеско С. В., Мелина С. И., Банникова Е. Е. Развитие естественно-научной грамотности на основе предметного и межпредметного содержания: методическое пособие для учителя. URL: <https://pkiro.ru/wp-content/uploads/2022/03/estestvennonauchnaya-gramotnost.pdf>

<sup>3</sup> Горленко Н. М., Галкина Е. А., Прохорчук Е. Н. Кейсы как способ формирования естественно-науч-

ной грамотности (на примере биологии): учебное пособие. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2021. – 104 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48043162>

<sup>4</sup> Паюдис Т. П. Формирование функциональной естественно-научной грамотности школьников средствами ученического эксперимента // Педагогический поиск. – 2014. – Вып. 6. – С. 14–16.

<sup>5</sup> Сараева Д. В. Формирование естественно-научной грамотности с применением средств дополненной реальности // Методика обучения дисциплинам естественно-научного цикла: проблемы и перспективы: материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2022. – С. 166–167. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48785308>

Обозначенные аспекты носят проблемный характер, что может актуализировать проведение исследовательских работ учеными и педагогами, поскольку по каждому вопросу в педагогической науке имеется определенный «задел» и даже начинающему исследователю есть на что опираться. Изучены и методологически обоснованы интеграционные, инновационные, собственно дидактические и методические процессы в общеобразовательной практике, закономерности влияния индивидуализации обучения и непрерывной профессионализации учителей на качество образования, доказана эффективность и продуктивность технологии проектной деятельности, активно обобщается опыт дистанционного (контентного) обучения, опыт включения в содержание учебных занятий и внеурочной деятельности информации, связанной с прикладными и фундаментальными достижениями науки и др.

Актуальной задачей является разработка таких образовательных конструктов, которые обеспечивали бы решение проблемы формирования естественно-научной функциональной грамотности комплексно и как минимум на трех уровнях – специализированного раздела школьного предмета, отдельного школьного предмета, целостного цикла предметов – по принципу «дидактической матрешки». К примеру, генетика (как специализированный раздел школьной биологии), биология (как отдельный предмет), биология плюс химия плюс физика (естественно-научный цикл предметов). Разумеется, возможны и другие сочетания. Реализация содержательного и методического потенциала таких конструктов

должна осуществляться на основе государственных ориентиров, с привлечением самых современных технико-инструментальных и методических средств.

Ведущая роль в решении задачи формирования естественно-научной грамотности принадлежит школьному курсу биологии и тем его разделам, которые рассматриваются в стратегических планах России как прорывные направления развития экономики и социального благополучия. Одним из таких разделов является генетика, актуальной проблемой в преподавании которой становится поиск и выбор форм эффективного и продуктивного усвоения генетических знаний, умений их использовать в решении практических задач, в ходе принятия жизненных решений.

В настоящее время генетика – это чрезвычайно быстро развивающаяся область человеческих знаний. Генетические технологии затрагивают практически все сферы деятельности человека: медицина, криминалистика, микробиология, сельское хозяйство, фармацевтическая и биотехнологическая промышленность, их значимость определена в «Федеральной научно-технической программе развития генетических технологий на 2019–2027 годы»<sup>6</sup>. Уровень биологических, в частности генетических, знаний учителей, преподавателей биологии определяет базовый уровень школьной биологической подготовки. Понятие «генетическое образование» – сравнительно новое для педагогики, оно появилось в профессиональном обиходе<sup>7</sup> как необ-

<sup>6</sup> Федеральная научно-технической программе развития генетических технологий на 2019–2027 годы. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_323164/c0a90705e865273736984bd97a2983e04ccd9323/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_323164/c0a90705e865273736984bd97a2983e04ccd9323/)

<sup>7</sup> Лысенко А. Н., Зятьков С. А. Генетическое образование как важнейшее звено подготовки специалистов-биологов // Современное образование: преемственность и непрерывность образовательной системы «Школа – университет – предприятие»: материалы

ходимый для коммуникации смысловой конструкт<sup>8</sup> [12]. Изначально под генетическим образованием было предложено понимать систему подготовки специалистов-генетиков [13]. При изучении генетических дисциплин широко применяются современные, в том числе интерактивные, методы обучения [14; 15]; успешно используется практическое обучение и расширяется спектр биологических объектов [16; 17]; постоянно изучаются новые подходы и совершенствуется методика преподавания генетики, а также качество методических материалов [18; 19; 20]; проводятся исследования с использованием математического моделирования [21] и др.

На основании собственного опыта и опыта отечественных и зарубежных коллег нами выделен определенный спектр проблем в области генетического образования. Назовем пять основных.

1. Критически малая информированность социума о развитии генетики, ее достижениях и перспективах, о профессиях, связанных с этой наукой. Генетика остается практически закрытой, «элитарной», узко специализированной областью деятельности [18; 22].

2. Слабая методическая база для преподавания генетики, недостаток научно-обоснованных и современных информационных ресурсов в области генетики в содержании учебников и учебных пособий по биологии для освоения на уровне школьной программы, которое обеспечивало бы формирование и развитие преемственного, систематического, развивающего естественно-научного мышления,

развитие «генетического» сознания и формировало бы устойчивый интерес к изучению этой науки у школьников, получило бы поддержку их родителей [23; 24; 25].

3. Быстрое устаревание знаний по генетике у действующих учителей и недостаточный уровень готовности для преподавания генетики в школе у выпускников педагогических вузов [26; 27; 28].

4. Отсутствие специализированного лабораторного оборудования в общеобразовательных школах, которое позволило бы проводить качественные, вызывающие интерес уроки, вести внеурочные занятия, исследовательскую и проектную работу по биологии, в частности генетике [19; 25; 29].

5. Недостаток (а до недавнего времени – полное отсутствие) на уровне общего образования инструментов и материалов для усвоения знаний о микромире, в частности визуализации процессов и явлений, происходящих в нем [26; 27; 30].

Перечисленные проблемы показывают, что реальные затруднения, возникающие при формировании и развитии функциональной естественно-научной грамотности, носят как объективный, так и субъективный характер и должны решаться, во-первых, комплексно, а во-вторых, на основе инновационных, приближенных к актуальной (жизненной) практике средств, методов, технологий и инструментов. Наше внимание обращено к технологии смешанного обучения.

Смешанное обучение, получившее в России за последние десять лет существенное

XI международной научно-методической конференции. – Гомель: Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины, 2017. – С. 416–420. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48272171>

<sup>8</sup> Ермолаев А. И. История становления генетического образования в Свердловске – Екатеринбурге // Институт истории естествознания и техники им.

С.И. Вавилова. Годичная научная конференция. – М.: Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, 2020. – С. 359–362. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44544041>

развитие, является одним из примеров образовательной инновации, научно-методические объемы и перспективы которой на фоне событий мирового уровня трудно переоценить. Это требует теоретического осмысления феномена и практической оценки необходимости и возможности его применения, его востребованности в целом в образовательной практике общеобразовательной школы, среднего профессионального и высшего образования. Мы полагаем, что в российской педагогике смешанное обучение должно быть рассмотрено шире, чем это представлено в современных публикациях. Понятие «смешанное обучение» имеет более сложную смысловую модальность, и ее следует рассматривать с позиций как современной дидактики, так и педагогической антропологии, педагогической психологии и др. В каждом случае важно четкое обозначение двух, трех или большего числа элементов (компонентов), которые «смешиваются». Важно, на наш взгляд, при смешивании (в процессе образования) не допустить потери идентичности каждого из компонентов, они должны остаться самодостаточными и неизменными, у каждого из них – своя роль и своя цель, при условии, что каждый из них вносит в процесс обучения свой вклад [31].

Для осмысления, закрепления и устойчивого использования различных моделей смешанного обучения необходима существенная методическая, технологическая и техническая поддержка, а также внимание к проблемам мотивационной готовности педагогов, обучающихся, родителей к их реализации. Разработанные модели смешанного обучения обеспечивают потребности образовательной практики и могут служить методологической и методической опорой для разработки авторских вариантов инновационных методик, приемов и новых моделей. Все предлагаемые модели,

на наш взгляд, заслуживают внимания и изучения уровня их эффективности при внедрении в образовательный процесс. На фоне обстоятельств реальной практики, когда уход от применения электронных форм обучения вряд ли возможен, главным должен стать принцип «не навреди». Поэтому детальная методическая проверка разных форм «смешения» представляется важной педагогической задачей.

1. Наиболее демократичным вариантом модели смешанного обучения является гибкая модель. И. Н. Голицына (2017) изучает гибкое обучение с технологических позиций и отмечает, что технологии гибкого обучения рассматриваются как более перспективные в дополнительном и непрерывном образовании, которое востребовано работодателями, обусловлено потребностями академических и социальных кругов. В то же время данные технологии предоставляют новые возможности и открывают перспективы, которые способствуют становлению образования как личностно-ориентированного [32]. А. Л. Наумов (2016) предлагает эффективную форму организации учебного процесса с использованием гибкой модели смешанного обучения. При этом организация учебного процесса должна определить центральный большой или основной класс, в котором у учеников есть индивидуальные места работы – мини-офисы. У каждого из обучающихся должен быть компьютер (или планшет), с помощью которого он занимается онлайн. По периметру центрального пространства – множество дискуссионных комнат для работы в малых группах, для брэн-сторминга, а также научные лаборатории. Кроме того, есть зона социализации, в которой дети размещаются на диванах, пуфиках и т. п. и продолжают учиться или общаться. Как отмечают специалисты, главным условием реализации данной модели является свобода перемещения и группирования с учетом своих

потребностей. При этом основная идея состоит в том, что ученики, в отличие от модели ротации, не ограничивают количество времени на тот или иной вид учебной деятельности. Вместо этого у каждого ученика есть гибкий график работы, изменяемый в зависимости от необходимости. Автор утверждает, что это самая сложная для реализации, но и самая многообещающая модель. Чтобы работать в ней, у учеников должны быть развиты навыки самоорганизации, поэтому гибкую модель обычно применяют у учащихся старших классов<sup>9</sup>.

2. Полагаем, что организационно такое обучение возможно в условиях крупных научно-образовательных центров, образовательных кластеров. Обычная общеобразовательная школа архитектурно лишена таких пространств и технических условий. Использование гибкой модели смешанного обучения в таком формате невозможно там, где отсутствуют условия организации мини-офисов, дискуссионных комнат, учебно-научных лабораторий и т. д. Поэтому нам ближе вариант, когда гибкая модель смешанного обучения является оптимальным сочетанием обучения очного и дистанционного на всем протяжении изучения школьниками определенного предмета, при этом отсутствует ограничение времени и места для самостоятельной учебной деятельности, что позволяет учитывать утвержденный официально график обучения. Гибкая модель наиболее соответствует высокомотивированным студентам и старшеклассникам, а также может быть эффективно использована в системе дополнительного образования при изучении целостных и завершенных содержательных модулей. В логике организации обучения по этой модели значительная

его часть проходит онлайн. Обучающиеся самостоятельно изучают теорию и выполняют практические задания, исходя из персонального графика. Учитель сопровождает процесс обучения по программе, консультирует, отвечает на вопросы, координирует деятельность учеников, поддерживает уровень активности процесса. Такая модель может быть отнесена как к смешанному, так и к гибриднему обучению при условии, если организационно будут обеспечены часы работы преподавателя, его рабочее место будет доступно для тех учеников, которые хотят получить консультацию офлайн или поработать в парах, в малой группе. Очевидно, что необходимо обеспечить техническую возможность для онлайн-формата взаимодействия [33].

Рассматриваемая гибкая модель смешанного обучения предполагает минимизацию различных ограничений, присутствующих в системе, таких как регламент урока, ограниченность тем и заданий и т. п., а также предоставляет школьникам возможность развиваться с учетом индивидуальных способностей. В этой связи актуальной проблемой является проверка эффективности гибкой модели смешанного обучения при изучении конкретных предметных областей, в частности генетики. Поскольку одной из форм смешанного обучения является дистанционная, использование электронных образовательных курсов, которые, по сути, выступают информационной системой комплексного назначения для реализации дидактических возможностей средств информационно-коммуникационных технологий и поддержки учебного процесса, является важным элементом образовательного процесса.

<sup>9</sup> Наумов А. Л. Гибкая модель в смешанном обучении – Blended Learning, 2016. URL: <https://conference2016.blendedlearning.pro/>

Учитывая вышесказанное, мы провели исследование эффективности формирования естественно-научной грамотности школьников при изучении генетических разделов биологии в условиях гибкой модели смешанного обучения. Научных публикаций, освещающих подобный опыт, мы не встретили.

*Целью исследования стало определение эффективности формирования естественно-научной грамотности школьников при изучении генетических разделов биологии в условиях гибкой модели смешанного обучения.*

### **Методология исследования**

Опытно-экспериментальная работа проводилась в 7 типах образовательных организаций Республики Башкортостан (школы с углубленным изучением ряда предметов, школы индивидуального обучения, частные школы, средние общеобразовательные школы, основные общеобразовательные школы, лицей и гимназия) в марте-апреле 2022 г. Проведен анализ результатов применения электронного образовательного контента в условиях гибкой модели смешанного обучения с целью проверки эффективности реализации избранной модели при работе обучающихся с электронным образовательным курсом «Генетика для всех: просто о сложном», а также мотивации учеников 10 классов к изучению генетических разделов биологии, развития их биологического мировоззрения и естественно-научной грамотности. В ходе исследования использовались следующие методы: педагогические (теоретический анализ педагогических источников, метаанализ, методы аналогии, сравнения, модифицирования, моделирования), социологические (анкетирование, интервьюирование), социально-психологические (тестирование), математические (ранжирование). Статистическая обработка данных проводилась как ручным способом,

так и при помощи программного пакета «Statistica».

*Анкетирование* (входное). В качестве основного метода сбора данных использовано анкетирование учащихся 10 классов (191 респондент) методом самозаполнения анкет, размещенных в Yandex Forms. Обработка анкетных данных проводилась с использованием пакета Microsoft Excel. Анкеты, состоящие из двух блоков вопросов, были разработаны экспертной группой, включающей представительниц высшей школы. Первый блок был направлен на сбор первичных данных о респондентах, включая название и тип образовательной организации, ее местоположение, а также возраст и пол учащихся. Второй блок включал вопросы, направленные на выяснение специфики организации учебного процесса в образовательной организации, методического обеспечения и внеурочной деятельности по биологическим дисциплинам. Представленные в анкетах вопросы были разных типов: открытые со свободным ответом (в одно предложение или в абзац), закрытые с выбором одного или нескольких ответов из списка, смешанные, когда есть варианты для выбора и свободный ответ.

Результаты входного анкетирования служили основанием для адаптации дидактического материала электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей к проведению апробации в условиях образовательных организаций общего образования. Приступившие к апробации разработанного курса школьники далее именуются курсантами.

Результаты выходного анкетирования служили материалом для анализа эффективности использования электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» в условиях гибкой модели смешан-

ного обучения, на основе которого были сформулированы выводы и предложения по его дальнейшему использованию.

*Характеристика использованного электронного образовательного контента.* Электронный образовательный курс «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей включает 5 модулей: «ДНК – главная молекула жизни», «Гены и геномы: как все устроено», «Во всем виноваты гены: основные принципы наследственности», «Что такое мутации и почему они происходят?», «Наука будущего: что может современная генетика». Особенностью электронного образовательного курса является универсальность и комплексность, возможность изучения модулей в любом порядке (отсутствие жестко заданной последовательности), что обеспечивает возможность его использования в учебной, внеучебной деятельности обучающихся и в ходе самостоятельной работы. Курс может быть интегрирован в любую рабочую программу по биологии общего образования, обеспечивая возможность построения индивидуальной траектории обучения. В инструкции к курсу авторы рекомендуют школьникам изучать материал модулей совместно с родителями, поскольку знания о наследственности и изменчивости легко транслируются в осознание жизненных ситуаций, которые можно обсуждать с родителями для того, чтобы понимать прикладные аспекты генетики на примере конкретной семьи. Для лучшей визуализации в дидактический материал курса включены видеоматериалы с элементами мультипликации.

Оценка эффективности гибкой модели при работе обучающихся с электронным образовательным курсом «Генетика для всех: просто о сложном» при изучении генетических разделов биологии проводилась методом срав-

нения количества баллов, полученных обучающимися после входного тестирования, с баллами, полученными в результате промежуточных и итоговых контрольно-оценочных мероприятий. По результатам входного тестирования проводилось ранжирование первичного знаниевого уровня и объединение обучающихся в группы: 1 группа (класс-интервал) – 0–40 баллов; 2 группа (класс-интервал) – 41–60 баллов; 3 группа (класс-интервал) – 61–80 баллов; 4 группа (класс-интервал) – 81–100 баллов.

### Результаты исследования

Проведенное исследование подтвердило рабочую гипотезу о том, что применение электронного образовательного контента в условиях гибкой модели смешанного обучения положительно влияет на формирование и развитие естественно-научной грамотности старшеклассников. В ходе работы были выявлены тенденции и дефициты школьной практики в преподавании генетики, а также ряд эффектов, демонстрирующих положительный «сдвиг» в исследуемых критериях.

Во-первых, определено, что развитие генетической науки происходит значительно быстрее, чем обновляются учебники и предметные знания у представителей педагогического корпуса. Многие учителя говорят о необходимости дополнительной подготовки по отдельным разделам школьной биологии.

Во-вторых, выявлено, что в большинстве случаев при изучении школьного курса биологии сохраняются тенденции к описательному и формально-словесному изложению материала, к привлечению индивидуального опыта учащихся. Этому способствует специфика самой науки, при изучении биологии многое приходится запомнить, выучить, знаниевый фактор очень объемный (понятия, термины, процессы и т. п.). Мыслительная деятельность

учащихся направлена в основном на усвоение большого количества сведений, которые системно связаны. Даже незначительные «пробелы» в знаниях нарушают логику при восприятии и понимании предмета. Это вызывает закономерное снижение интереса учащихся к изучению нового материала и, как следствие, обуславливает невысокий уровень знаний учащихся, в частности по генетике.

В-третьих, обнаружено противоречие между необходимостью повышения качества знаний школьников по генетике и недостаточной разработкой методических средств их формирования и развития в процессе изучения раздела. Это демонстрирует целесообразность разработки и апробации эффективных методик изучения генетики на всех уровнях образования, для чего полезно актуализировать имеющийся методический потенциал учителей биологии. Дополнительным фактором повышения качества знаний по генетике выступает актуализация интереса родителей к совместным занятиям с детьми по изучению ее законов, в частности касающихся наследственных особенностей.

В-четвертых, доказано, что потенциал электронных образовательных курсов имеет положительный эффект при формировании и развитии естественно-научной грамотности, а вопросы методики преподавания основ генетики в общеобразовательной школе нуждаются в новом осмыслении. Необходимы также значительные усилия для разработки методических средств популяризации и визуализации при изучении процессов и явлений. Однако они часто не находят своего применения в школьной практике по причине слабой методической вооруженности учителей. Электронные образовательные курсы, на наш взгляд, имеют широкие возможности для активизации учебной деятельности по биологии. Их приме-

нение особенно эффективно в процессе преподавания генетических разделов, так как они создают условия для быстрого информирования обучающихся о новых результатах исследований, имеют возможность адекватной восприятию детей визуализации процессов и явлений, поддаются оперативной коррекции информации в зависимости от целей обучения в классах разного уровня и направленности. На это не способен ни один, даже самый лучший учебник. Мы далеки от мысли сравнивать возможности официально признанного учебника и электронного образовательного курса и стоим на той позиции, что их интеграция в процессуальном контексте преподавания и учения даст высокую эффективность, но этот вопрос требует специальных исследований.

На начальном этапе работы методом анкетирования произведена оценка выборочной совокупности респондентов, принявших участие в исследовании, – обучающихся образовательных организаций из разных населенных пунктов Республики Башкортостан. Зафиксировано: 87,9 % опрошиваемых – ученики городских школ, 7,7 % – сельских школ, 3,3 % – школ, расположенных в поселках городского типа, 1,1 % – расположенных в деревне. Среди опрошенных преобладают девочки (73,6 %).

Исследование, направленное на изучение интереса школьников к биологии и генетике как детерминирующего фактора формирования естественно-научной грамотности обучающихся, состояло из двух этапов. На первом (предварительном) этапе было проанализировано общее мнение учащихся о разделе «Генетика» в общем курсе биологии, его доступности, понятности, увлекательности, полезности для жизни человека. На втором этапе (итоговом) после того, как школьники прошли образовательный онлайн-курс «Генетика для всех: просто о сложном», мы проанализировали, насколько у них изменилось отношение

к разделу «Генетика», остались ли они довольны этим курсом, какие модули электронного курса вызывали затруднения и, наоборот, были наиболее интересными.

Проведенный на предварительном этапе опрос показал, что большинство респондентов в целом демонстрируют заинтересованность и положительное отношение к биологии и генетике. Приводим здесь наиболее показательные по исследуемому признаку ответы школьников: этот предмет полезен для жизни (28,7 %), благодаря генетическим знаниям узнаю много нового и интересного (23,9 %), 13,9 % обучающихся в целом получают удовольствие, работая на уроке, 10,9 % считают, что этот предмет заставляет думать (развивает мышление) и лишь два человека отметили, что им этот предмет не интересен. Заинтересованность учащихся данной областью биологии проявляется в их отношении к выполнению домашних заданий. Большинство учащихся (63 %) отметили, что они всегда готовы к очередному уроку, 26 % отметили, что иногда бывают не готовы, и только два школьника выбрали ответ «Часто не готов, потому что не понимаю материал». На прямой вопрос «Интересно ли вам изучать генетику?» школьники дали следующие ответы: «Да, мне интересно» – 90,1 %, «Не знаю» – 7,7 % и «Нет, мне не интересно» – 2,2 %.

Необходимым и важным элементом всех современных систем оценки совершенной работы является наличие адекватной системы самооценки. Включение этой системы в общий механизм оценки деятельности учащегося позволяет выявить ряд проблемных моментов, которые могут возникнуть в ходе изучения предмета. С этой целью мы предложили следующий вопрос: «Всегда ли ты доволен своим результатом работы на уроках по разделу “Генетика”?». 53,8 % учащихся отме-

тили, что всегда довольны полученным результатом, 46,2 % школьников иногда недовольны, но стараются улучшить свой результат. Ответ «Часто недоволен, но мне это безразлично» не выбрал ни один из респондентов.

Раздел «Генетика», несомненно, вызывает определенные трудности у школьников при его изучении, поэтому следующий вопрос в анкете был посвящен именно этому фактору. Большинство респондентов (37,4 %) отметили отсутствие базовых знаний (плохое усвоение предыдущего материала), на втором месте был ответ «Не умею выделять главное» (25,3 %), 18,2 % школьников не могут теоретические знания экстраполировать на решение задач, 16,2 % учащихся не умеют работать самостоятельно. Указанные трудности могут быть связаны с разными причинами, в том числе с отсутствием должного методического сопровождения, нехватки времени для объяснения сложных для восприятия моментов, отсутствия самодисциплины и т. п.

При ответе на вопрос о трудностях, которые испытывает школьник при выполнении домашней работы, оказалось, что большая часть респондентов не испытывает каких-либо трудностей и легко выполняет домашнее задание (72,3 %), не знают, как выполнить задание, – 9,9 %. Приблизительно одинаково распределились ответы: не понимают задание (6,9 %), не знают, как проверить результат (5,9 %), не умеют правильно распределить время (5 %).

Несмотря на отмеченные учащимися трудности при изучении генетического раздела биологии, на вопрос «Нравится ли тебе, как проходят уроки по разделу “Генетика” в школе?» 93,4 % опрошенных ответили, что вполне удовлетворены проведением уроков и только один респондент (1,1 %) высказал свое отрицательное отношение.

Использование разнообразных средств обучения на уроках биологии является главным условием повышения уровня образовательного процесса. Уровень наглядности стал весьма значительным фактором повышения качества усвоения учебного материала, неотъемлемой частью урока, особенно при изучении биологии и генетики, так как, с одной стороны, у учителя сегодня имеется широкий арсенал средств для выполнения визуализации структурных особенностей изучаемых объектов, изучения тех процессов, которые невозможно рассмотреть невооруженным глазом. С другой – это обеспечивает объективное представление о естественных процессах, делает их доступнее, понятнее, формирует уверенность в возможности управлять ими. С третьей – наглядно представленные объекты выполняют комплексную функцию: и источник новых знаний, и средство для усвоения, обобщения, повторения изученного материала, и материал для межпредметного проектирования и т. п. Уроки по разделу «Генетика» не являются в этом плане исключением. Так, учащиеся отметили, что чаще всего на уроках используются презентации (37,7 %), плакаты, схемы (26,2 %), разнообразные электронные ресурсы (21,5 %), в качестве других ресурсов школьники указали лекции и книги.

Инновационные процессы в общем образовании определяют стремление учителей вносить изменения в образовательный процесс. Постепенно уходит в прошлое модель, в которой учитель транслирует информацию, а ученики запоминают ее и воспроизводят в точках контроля. Современное образование стремится к другой модели, которая в числе прочего предусматривает постановку персональных целей для каждого ученика и поиск наиболее удобного способа проверки его знаний и может быть рассмотрена как перспективная образовательная технология, которая

позволяет передавать знания, формировать необходимые навыки и осознанность быстрее, чем традиционные способы.

Следующий комплекс вопросов был посвящен источникам методической поддержки, к которым обращаются учащиеся при изучении отдельных разделов «Генетики». При опросе было выявлено, что основными источниками методической поддержки школьники считают учителей (49 %), самостоятельную работу (17 %), также ученики указали онлайн-курсы (14,3 %) или одноклассников (10,9 %)

На вопрос об участии родителей в подготовке к урокам по разделу «Генетика» 37,4 % респондентов указали, что родители помогают им в решении отдельных вопросов, почти столько же учащихся частично обращаются за помощью к родителям (35,2 %) и 27,5 % респондентов ответили, что родители им не помогают. Такое распределение ответов было ожидаемо, учащиеся стараются за помощью в разъяснении материала обращаться к учителям, поэтому для нас не стало неожиданностью, что 80,2 % респондентов выбрали традиционную форму проведения уроков, сторонников электронных образовательных курсов было немного – 12,1 %. Более того, при подготовке к урокам чаще всего учащиеся используют учебники биологии, рекомендованные Министерством образования и науки РФ.

На вопрос «Понравилось ли тебе изучать раздел “Генетика” в электронном образовательном курсе “Генетика для всех: просто о сложном”?» 93,3 % опрошенных школьников дали утвердительный ответ, 4,8 % отметили, что им было не совсем все понятно, и 1,9 % школьников не смогли высказать свое мнение. Более того, 90,4 % респондентов продемонстрировали и осознанно отметили улучшение успеваемости, у 8,7 % опрошенных уровень знаний не изменился. О результатах успевае-

мости свидетельствовали и данные, полученные по результатам входного, промежуточного и итогового контроля методом учебного тестирования. По результатам входного тестирования из общего количества человек только 3,7 % набрали 100 баллов; 90 баллов – 5,6 %; 80 баллов – 18,5 %; 70 баллов – 9,3 %; 66,7 баллов – 1,9 %; 60 баллов – 24,1 %; 55 баллов – 1,9 %; 50 баллов – 16,7 %; 40 баллов – 9,3 %; до 30 баллов – 3,7 %.

Далее рассмотрим полученные данные по каждому модулю. На рисунке 1 представлены результаты по первому модулю «ДНК – главная молекула жизни». У большинства курсантов средние баллы входного тестирования были низкими и колебались от 28 до 56. Однако в дальнейшем по результатам тестирования слушатели первого класс-интервала (от 10 до 40) увеличили показатели почти в два раза: от 28 до 54 баллов. У остальных же групп также наблюдалось увеличение показателей, но они были незначительными.

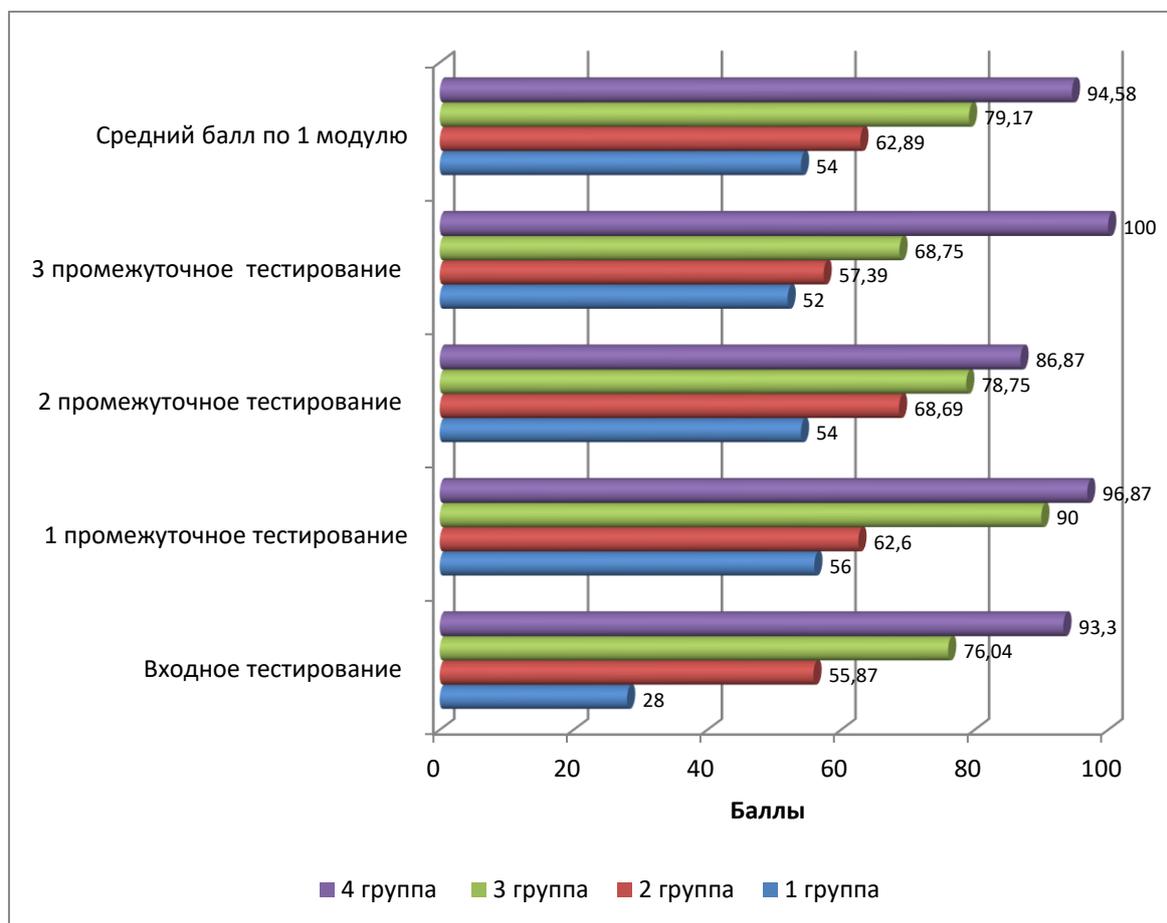


Рис. 1. Результаты исследований усвоения слушателями первого модуля курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей

Fig. 1. The results of studies of students' assimilation of the 1st module of the course "Genetics for everyone: just about difficult" for schoolchildren and parents

На рисунке 2 представлены данные по второму модулю «Гены и геномы: как все устроено». В данном случае разница в первой группе между входным тестированием, средним баллом по модулю составило – 16 баллов. Также при изучении данного модуля у слуша-

телей 4 класс-интервала (от 81 до 100) наблюдалось снижение среднего балла по модулю по сравнению с входным тестированием – на 0,89 баллов, что, на наш взгляд, связано с отсутствием подготовки и в некоторой степени с уверенностью курсантов в знании учебного материала.

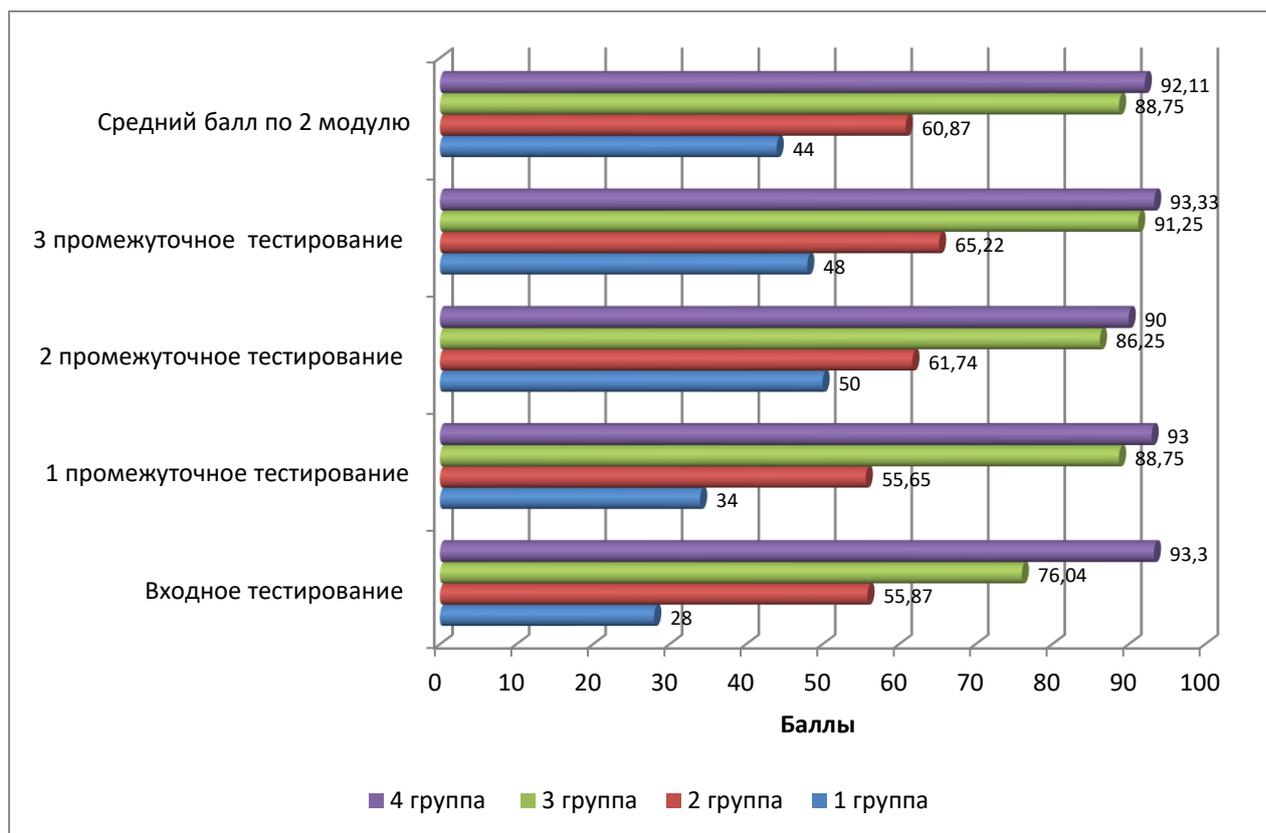
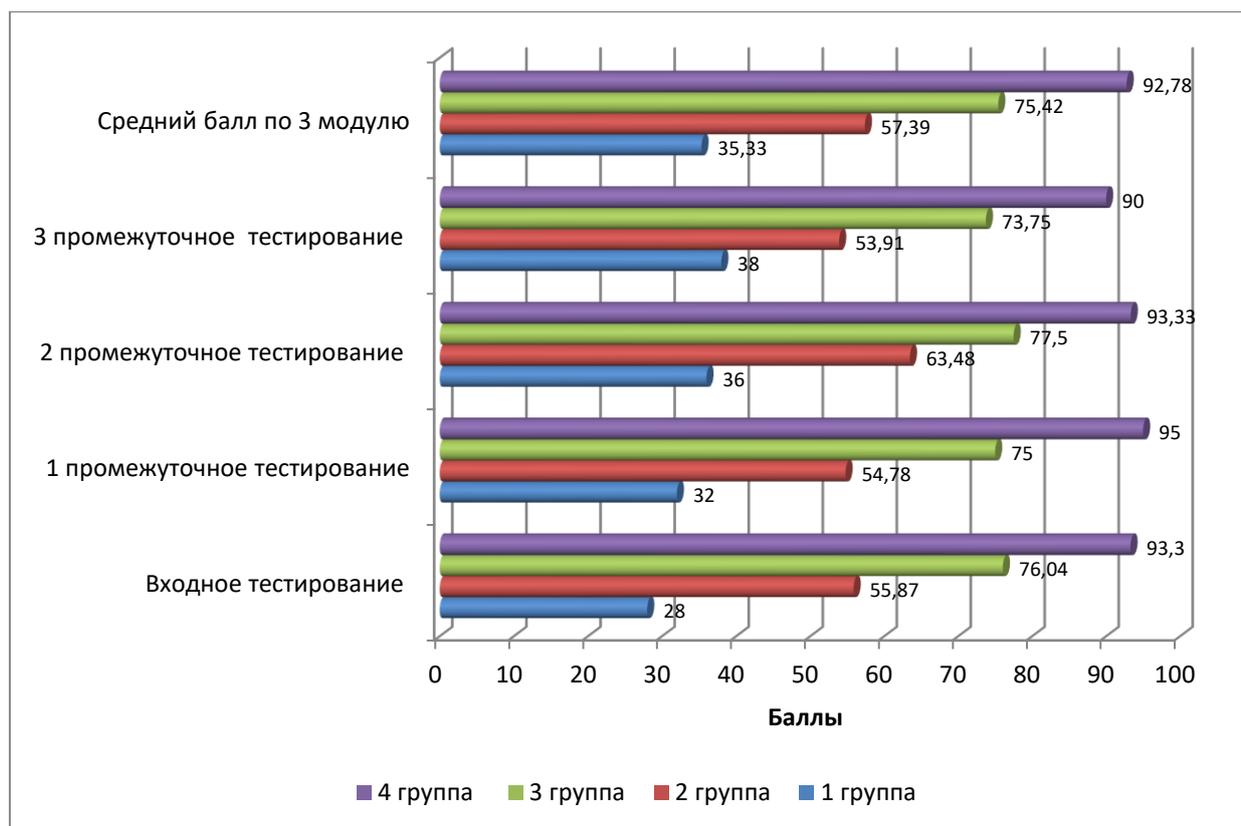


Рис. 2. Результаты исследований усвоения слушателями второго модуля курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей

Fig. 2. Results of studies on the assimilation of the 2nd module of the course “Genetics for all: just about difficult” for schoolchildren and parents

По результатам исследований усвоения курсантами материала по третьему модулю «Во всем виноваты гены: основные принципы наследственности» можно выделить аналогичную ситуацию, как и во втором модуле

(рис. 3). Однако аналогия выявлена уже в двух классах-интервалах, а именно: от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов.



*Рис. 3.* Результаты исследований усвоения слушателями третьего модуля курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей

*Fig. 3.* The results of research on the assimilation by students of the 3rd module of the course “Genetics for all: just about difficult” for schoolchildren and parents

При усвоении слушателями четвертого модуля данного курса в трех класс-интервалах наблюдалось повышение баллов по среднему баллу по модулю (после тестирования), а

также по итоговым данным. При этом в класс-интервале от 81 до 100 баллов было зарегистрировано снижение по среднему баллу модуля на выходном тестировании (рис. 4).

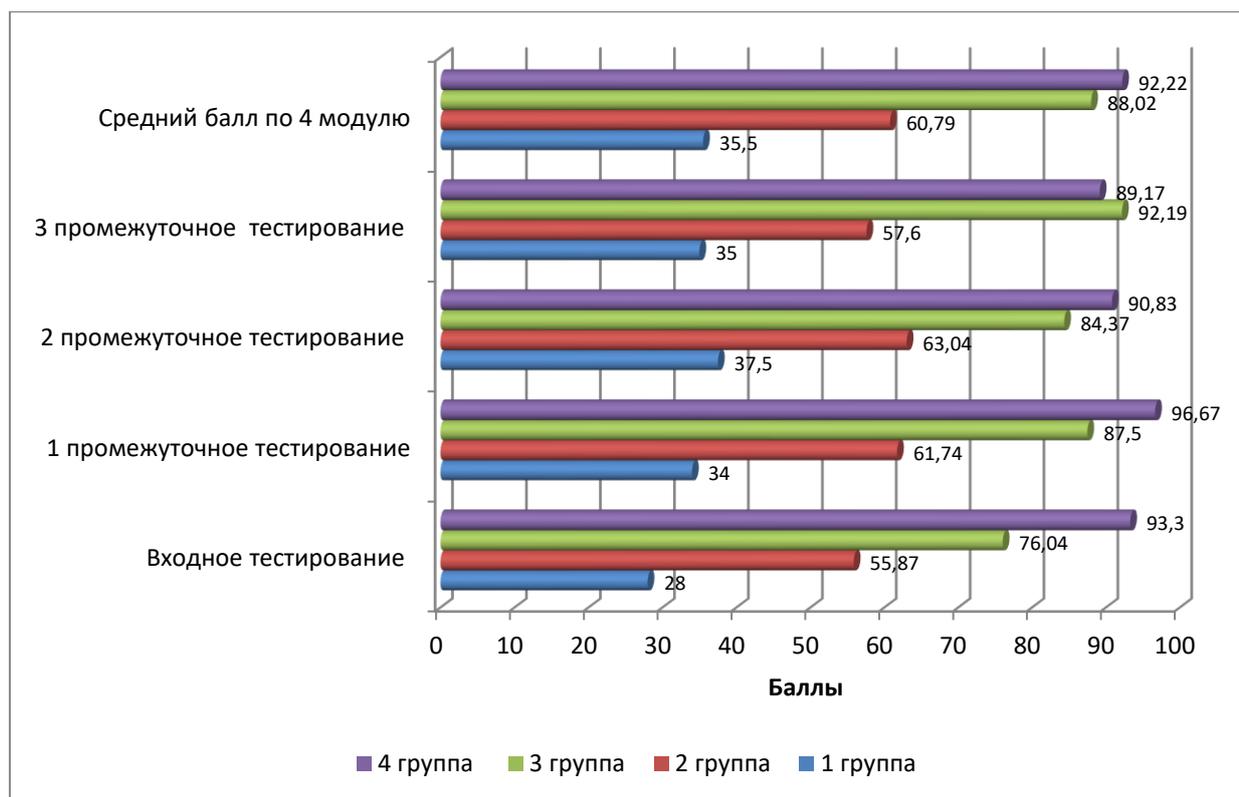


Рис. 4. Результаты исследований усвоения слушателями четвертого модуля курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей

Fig. 4. The results of research on the assimilation by students of the 4th module of the course “Genetics for all: just about difficult” for schoolchildren and parents

По результатам исследования усвоения материала пятого модуля можно отметить следующее: во всех категориях слушателей наблюдалось увеличение баллов по сравнению с входными показателями (рис. 5). При этом значительная разница, как и в предыдущих модулях, была зарегистрирована в первом класс-интервале (от 10 до 40 баллов).

Сравнительный анализ входного и итогового тестирования слушателей курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей» приводится в таблице.

В целом, полученные данные позволили установить увеличение показателей итогового тестирования по сравнению с входным во всех класс-интервалах: от 10 до 40 баллов – на 21,53, от 41 до 60 баллов – на 14,15, от 61 до 80 баллов – на 11,5, от 81 до 100 баллов – на 1,35.

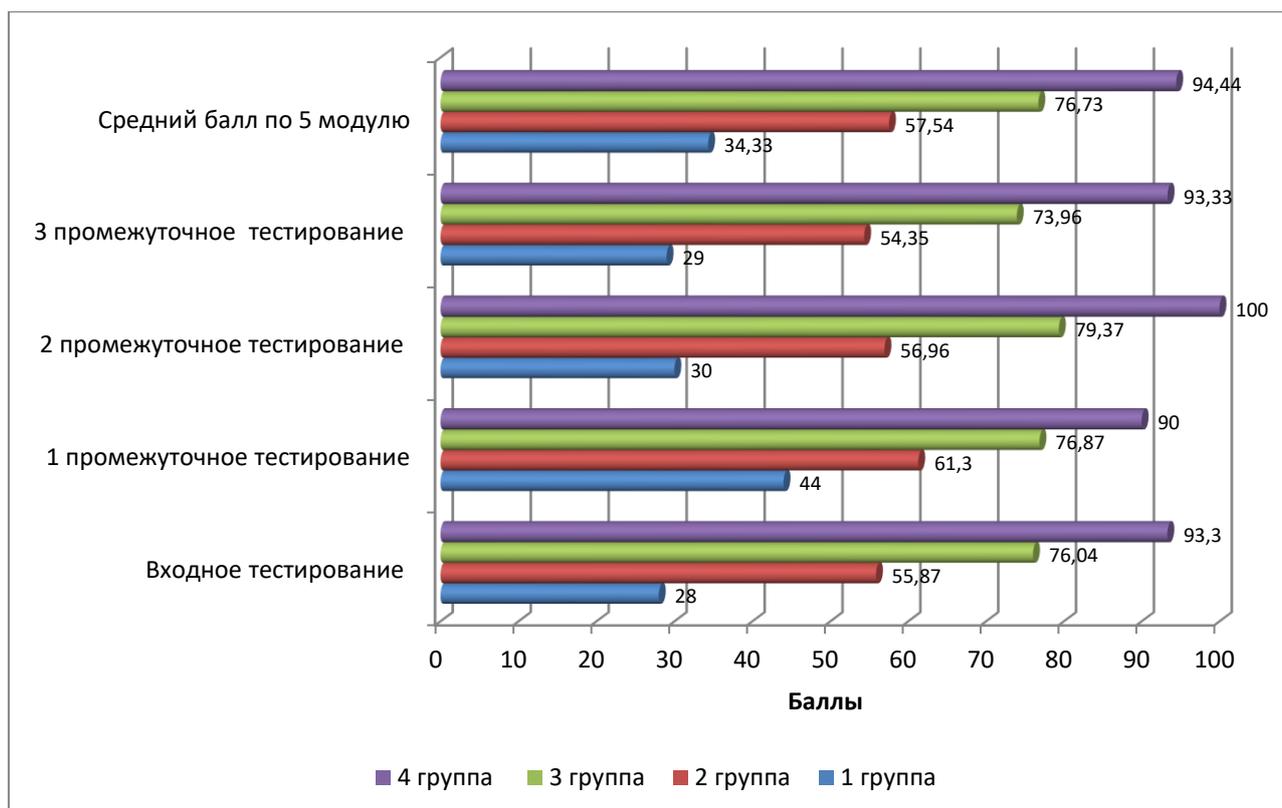


Рис. 5. Результаты исследований усвоения слушателями пятого модуля курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей

Fig. 5. The results of research on the assimilation by students of the 5th module of the course “Genetics for all: just about difficult” for schoolchildren and parents

Таким образом, проведенные исследования в области формирования знаний у школьников в процессе прохождения электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» позволили выявить отстающих и рекомендовать им выбрать адаптированную траекторию обучения, оценить средний уровень подготовки, выявить материал с низким уровнем освоенности, а также сравнить уровень подготовки слушателей. Несмотря на то, что задания тестового типа не всегда способны объективно оценить уровень знаний аудитории, представленный курс, на наш взгляд, они с достаточной степенью объективности демонстрируют «сдвиг» в освоении дисциплины.

Об этом свидетельствуют и данные итогового анкетирования. На входном этапе анкетирования учащимся был задан вопрос об их отношении к разделу «Генетика», по результатам которого 9,9 % опрошенных дали отрицательный ответ. После прохождения курса мы повторили данный вопрос, и оказалось, что количество школьников, у которых отрицательное отношение к генетике не изменилось, уменьшилось до 7,7 %.

Таблица

**Сравнительный анализ входного и итогового тестирования слушателей курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей**

Table

**Comparative analysis of the entrance and final testing of students of the course “Genetics for all: just about the difficult” for schoolchildren and parents**

Класс-интервал, баллы	Средний балл входного тестирования	Модули					Средний балл по всем модулям, баллов	Итоговое тестирование, баллов	Разница «Средний балл по всем модулям» – «Входное тестирование»	Разница «Итоговое тестирование» – «Входное тестирование»
		1	2	3	4	5				
От 10 до 40	28,00±4,00	54,99 ±5,25	44,99 ±6,42	43,33 ±4,11	41,66 ±5,08	48,33 ±5,14	46,66 ±5,16	49,53±4,28	18,66	21,53
Cv	13,27	15,81	19,01	17,55	14,63	15,33	16,50	12,62		
От 41 до 60	55,87±1,03	73,18 ±4,07	67,39 ±5,10	62,32 ±5,08	73,19 ±4,73	75,73 ±4,91	70,36 ±4,80	70,02±5,13	14,49	14,15
Cv	4,09	16,03	17,15	16,80	15,94	16,09	16,39	4,79		
От 61 до 80	76,04±1,3	89,58 ±2,99	89,37 ±3,80	80,21 ±5,31	89,44 ±5,33	84,35 ±4,89	86,59 ±4,50	87,54±4,44	10,55	11,50
Cv	5,78	13,02	18,12	19,33	15,14	16,16	16,35	7,62		
От 80 до 100	93,30±1,65	95,98 ±2,11	93,43 ±2,61	93,11 ±2,43	93,42 ±2,09	95,10 ±3,01	94,21 ±2,50	94,65±3,06	0,91	1,35
Cv	6,37	14,15	15,72	16,28	17,09	16,77	16,00	8,11		

Опрос позволил нам также определить положительные и отрицательные особенности электронного образовательного курса. В качестве достоинства большинство учащихся отметили, что они узнали много нового и интересного (75 %), другим понравилось то, что можно учиться в любое время (16,3 %), 8,7 % обратили внимание на наличие наглядного материала. Среди недостатков было отмечено отсутствие живого общения (55,8 %), технические сложности (29,8 %), 9,6 % респондентов указали на сложное объяснение материала,

4,8 % отметили иные причины, среди которых в основном преобладало сложное восприятие материала.

Для объективной оценки результатов учебной работы в педагогических исследованиях используются различные критерии, одним из таких критериев является время, затраченное на выполнение работы или усвоение материала. Оказалось, что большинство школьников потратили больше времени на усвоение материала, чем на обычном уроке

(50 %). Возможно, это связано с большим объемом новой информации, одновременно и сложной, и интересной. У второй группы опрошенных количество потраченного времени не изменилось (31,7 %), 18,3 % отметили уменьшение потраченного времени на изучение генетических разделов.

Поскольку респонденты осваивали электронный курс в домашних условиях, основным источником поддержки могли выступать только родители, соответственно, школьникам был задан вопрос: «Помогали ли тебе родители при выполнении контрольных заданий по электронному образовательному курсу “Генетика для всех: просто о сложном”?»». Половина опрошенных, т. е. те, у которых ушло больше времени на усвоение материала, не обращались за помощью к родителям, у 26,9 % школьников родители практически не помогали, только по некоторым сложным вопросам; 23,1 % респондентов признались в том, что им родители помогали по каждой теме.

Входное анкетирование выявило предпочтение школьников традиционной формы обучения с учителем, после прохождения электронного образовательного курса нами был задан аналогичный вопрос – заменили бы они электронным курсом другие формы получения знаний. Выяснилось, что большая часть школьников продолжила бы посещать репетиторов и кружки (46,2 %), можно предположить, что данное решение обосновано тревогой из-за отсутствия личного контакта с преподавателем и отсутствием живого контакта со сверстниками. Избирательно посещали бы кружки и репетитора 35,6 % учащихся, и только 18,3 % опрошенных совсем отказались бы от кружков и репетиторов.

Как было уже отмечено, разработанный преподавателями Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы электронный образовательный курс

«Генетика для всех: просто о сложном» состоит из пяти модулей. Их материалы отличаются по содержанию и объему информации, поэтому было важно определить, какие модули наиболее интересны учащимся, а какие – вызывали затруднения. Анкетирование показало, что наибольший интерес вызвал модуль «ДНК – главная молекула жизни», который посвящен самым насущным вопросам современности: «Неужели есть нечто общее, нечто такое, что объединяет все живые существа?», «Что определяет преемственность жизни, ее возрождение вновь и вновь из поколения в поколение?» Именно в этом разделе учащиеся получили на них ответы, которые, в сущности, оказались не слишком сложными и, главное, логичными и доступными для понимания. Возможно, это и объясняет выбор респондентов. Затруднения в восприятии информации были отмечены в модуле «Гены и геномы: как все устроено». Этот раздел является наиболее сложным по причине недостатка информации в самой науке о разнообразии генов; по этой теме, скорее всего, больше вопросов, чем ответов.

В заключение респондентам был задан вопрос: «Что бы ты изменил в электронном образовательном курсе “Генетика для всех: просто о сложном”?»». Более половины учащихся отметили, что они остались довольны электронным курсом и ничего не стали бы изменять (55,8 %), 31,7 % опрошенных предложили увеличить количество наглядного материала, 6,7 % – изменили бы последовательность модулей в курсе, а 5,8 % – сократили число контрольных заданий. Полагаем, что такое мнение складывается от недостатка опыта школьников в освоении электронных образовательных курсов, кроме того, им зачастую трудно сравнивать и предлагать, так как знаний по генетике явно недостаточно, и они

находятся в положении человека, который «не знает, чего он не знает».

### Обсуждение. Заключение

В результате исследования обоснована необходимость разработки образовательных технологий и инструментов для осуществления комплексного подхода к формированию и развитию естественно-научной грамотности на этапе общего образования. Раскрыта роль генетики как раздела школьного курса общей биологии, как перспективного направления в науке и технологической сфере производства, ориентированного на достижение критериев, характеризующих сущность естественно-научной функциональной грамотности. Предложены следующие критерии: заинтересованность и положительное отношение к биологии и генетике, осознанность индивидуальных затруднений при изучении генетики, уровень знаний (оценка и самооценка), умение экстраполировать теоретические знания на решение практических задач.

На основе теоретического анализа и эмпирического исследования школьной и вузовской практики преподавания генетических дисциплин выделен спектр проблем в области генетического образования; выявлены тенденции и дефициты школьной практики в преподавании генетики; обоснована перспективность применения технологии смешанного обучения при условии осуществления мотивационной, содержательной (контент-сопровождение), методической, технологической и технической поддержки образовательного процесса. Определена роль и назначение электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей, а именно: развитие естественно-научной грамотности школьников, формирование и развитие интереса к биологическим наукам через изучение генетики, повышение

мотивации к освоению знаний о сложных процессах, происходящих в микромире, а также расширение образовательной парадигмы персонализации обучающихся при использовании в смешанном обучении электронных образовательных курсов.

На предварительном этапе опрос показал:

– большинство респондентов в целом демонстрируют заинтересованность и положительное отношение к биологии и генетике, что отражается на уровне отношения к выполнению домашнего задания и готовности к следующим урокам;

– основные трудности, связанные с изучением генетики, связаны со слабым методическим обеспечением самостоятельной работы обучающихся;

– предметная подготовка учителей по генетике остается недостаточной.

В ходе исследования получены результаты, доказывающие эффективность формирования естественно-научной грамотности школьников при реализации гибкой модели и работе обучающихся с электронным образовательным курсом «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей, выявлен ряд эффектов, демонстрирующих положительный «сдвиг» в исследуемых критериях:

– высокий интерес к содержательному аспекту генетики как науки, устойчивая тенденция к повышению уровня качества знаний;

– устойчивый интерес к отраслям производства, связанным с генетическим образованием;

– склонность к самоанализу и самооценке, к осознанию собственных затруднений при изучении предметов естественно-научного цикла;

– готовность использовать знания по генетике в решении жизненных задач (цветоводство, садоводство, огородничество, проблемы семейного воспитания и др.).

В исследовании также экспериментально была доказана возможность и эффективность применения электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о

сложном» для школьников и родителей в условиях смешанного обучения, содержание и методический потенциал которого способствует формированию естественно-научной грамотности школьников при реализации гибкой модели технологии смешанного обучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамедов Н. М., Мансурова С. Е. Естественнонаучная грамотность как условие адаптации человека к эпохе перемен // Ценности и смыслы. – 2020. – № 5. – С. 45–59. DOI: <https://doi.org/10.24411/2071-6427-2020-10044> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44157919>
2. Мишина О. С., Иванов Р. Г., Завальцева О. А. Естественно-научная грамотность как аксиологический ориентир современного школьного образования // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 69–2. – С. 119–122. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44555113>
3. Ковалёва Г. С. Результаты международного исследования PISA: качество образования // Народное образование. – 2011. – № 4. – С. 193–200. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16500487>
4. Краснов П. О., Торгашина Н. Г., Супрун Е. В., Чабан Т. Ю. Естественно-научная грамотность: от PISA к региональному мониторингу // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 275–288. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44358187>
5. Ермишина Е. Ю., Буркова Л. А., Черемичкина И. А., Коновалов А. А. О развитии естественно-научной грамотности при реализации различных форм обучения // Химия в школе. – 2022. – № 6. – С. 49–54. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49324831>
6. Борзова З. В. Возможности внеурочной деятельности для формирования естественно-научной грамотности школьников // Биология в школе. – 2022. – № 7. – С. 24–27. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49937301>
7. Александрова Н. В. Применение ресурсов системы дистанционного обучения Moodle для развития естественно-научной грамотности учащихся основной школы // Непрерывное образование. – 2020. – № 3. – С. 90–93. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44164319>
8. Сараева Д. В., Арбузова Е. Н. Формирование естественно-научной грамотности в биологическом образовании с помощью иммерсивных образовательных технологий // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. – 2022. – № 1–4. – С. 54–57. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49297613>
9. Исланова Н. Н. Ресурс «Sta-студии» «Школьной лиги РОСНАНО» как эффективный механизм повышения естественно-научной грамотности учащихся // Современное образование: актуальные вопросы и инновации. – 2020. – № 1. – С. 48–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43010155>
10. Краева И. И., Смирнова А. А., Домнина Л. В., Кузнецова А. А. Методическое сопровождение педагогов по вопросам формирования естественно-научной грамотности обучающихся региональными методистами // Образование в Кировской области. – 2020. – № 2. – С. 26–28. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49854679>



11. Десненко С. И. Методическая подготовка будущего учителя физики к формированию у школьников естественно-научной грамотности // Ученые записки Забайкальского государственного университета. – 2022. – Т. 17, № 3. – С. 15–23. DOI: <https://doi.org/10.21209/2658-7114-2022-17-3-15-23> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49443137>
12. Седых Т. А., Сагитов С. Т., Саттаров В. Н., Амирова Л. А., Суханова Н. В., Галикеева Г. Ф., Гумерова О. В., Ивашов А. В. Современные проблемы и пути развития генетического образования в России // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 6. – С. 96. DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.31385> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47670045>
13. Инге-Вечтомов С. Г. О системе генетического образования в Санкт-Петербургском государственном университете // Информационный вестник ВОГиС. – 1999. – Т. 3, № 11. – С. 2. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9126182>
14. Moser L., Saner K., Oggier V., Hanne Th. A Serious Game for Teaching Genetic Algorithms // Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC). – 2022. – Vol. 3. – P. 738–758. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-89912-7\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-030-89912-7_57)
15. Орлянская Т. Я., Володичева Т. Б., Акутушина Г. А. Использование элементов деловых игр в преподавании дисциплины «Основы медицинской генетики» как способ формирования основ клинического мышления у будущих врачей // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 7. – С. 205–209. URL <https://elibrary.ru/item.asp?id=39166025>
16. Zhao N., Qi B., Dong Q., Wang X. The applications of research progress of common wheat in teaching genetics // Hereditas (Beijing). – 2020. – № 9. – P. 916–925. DOI: <https://doi.org/10.16288/j.ycz.20-113>
17. Кузин С. М., Чебышев Н. В., Богомолов Д. В., Беречикидзе И. А., Сахарова Т. В., Лазарева Ю. Б., Ларина С. Н. Анализ преподавания генетики на младших курсах Сеченовского университета // Медицинская генетика. – 2020. – Т. 19, № 12. – С. 90–92. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.12.90-92> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44576671>
18. Ясакова Н. Т., Максимова Ю. В., Гарный В. Е., Лисиченко О. В., Хорошевская Я. А., Волошина Т. В., Сенцова А. Л., Максимов В. Н. Формирование мотивации в преподавании медицинской генетики как фактор повышения качества образования // Медицинская генетика. – 2020. – Т. 19, № 12. – С. 98–100. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.12.98-100> URL <https://elibrary.ru/item.asp?id=44576674>
19. Woody S., Himelblau E. Understanding & Teaching Genetics Using Analogies // The American Biology Teacher. – 2013. – Vol. 75 (9). – P. 664–669. DOI: <https://doi.org/10.1525/abt.2013.75.9.7>
20. Gao Y., Jian-Min Ch. Application of documentary in teaching genetics // Yi chuan. – 2012. – Vol. 34 (3). – P 379–382. DOI: <https://doi.org/10.3724/SP.J.1005.2012.00379>
21. Wang Ch., Lin Ch., Feng H. How to teach genetic drift // Hereditas (Beijing). – 2020. – № 12. – P. 1211–1220. DOI: <https://doi.org/10.16288/J.ycz.20-310>
22. Григорьева Ю. О., Захарова О. М., Сафина Н. Ю., Яманди Т. А., Есакова А. П., Акуленко Л. В. К вопросу о необходимости совершенствования преподавания медицинской генетики в медицинских высших учебных заведениях // Медицинская генетика. – 2020. – Т. 19, № 12. – С. 86–87. DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.12.86-87> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44576669>
23. Smith M., Wood W. Teaching Genetics: Past, Present, and Future // Genetics. – 2016. – Vol. 204 (1). – P. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.1534/genetics.116.187138>



24. Knippels M.-Ch., Waarlo A. J., Boersma K. T. Design criteria for learning and teaching genetics // *Journal of Biological Education*. – 2005. – Vol. 39 (3). – P. 108–112. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655976>
25. Лабутина М. В., Маскаева Т. А., Чегодаева Н. Д. Формирование познавательного интереса у старшеклассников при изучении основ генетики // *Учебный эксперимент в образовании*. – 2019. – № 4. – С. 30–38. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42322556>
26. Инге-Вечтомов С. Г., Бузовкина И. С. Система генетического образования. опыт санкт-петербургского университета // *Письма в Вавиловский журнал*. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 26–31. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42331443>
27. Gay S., Bishop M., Sutherland S. Teaching Genetics and Genomics for Social and Lay Professionals // *Genomics and Society*. – 2016. – P. 147–164. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420195-8.00008-2>
28. Суматохин С. В., Калинова Г. С. Биология: предметно-методическая подготовка учителей по сложным темам школьного курса // *Биология в школе*. – 2018. – № 4. – С. 24–38. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35598240>.
29. Буранов Э. Ш., Эмилбекова Д. А., Абдиллаева Ж. Ж. Методика изучения темы «Основы генетики» в разделе «Общая биология» в средних школах // *Наука, новые технологии и инновации Казахстана*. – 2019. – № 6. – С. 192–195. DOI: <https://doi.org/10.26104/NNTIK.2019.45.557> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42496733>
30. Gupta P. Teaching genetics in India: Problems and possible solutions // *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. – 2019. – Vol. 79. – P. 326–339. DOI: <https://doi.org/10.31742/IJGPB.79S.1.26> URL: <https://www.isgpb.org/journal/index.php/IJGPB/article/view/3175>
31. Амирова Л. А., Седых Т. А., Суханова Н. В., Галикеева Г. Ф., Саттаров В. Н. Концептуализация генетического образования в эпоху глобализации // *Век глобализации*. – 2022. – № 2. – С. 114–125. DOI: <https://doi.org/10.30884/vglob/2022.02.09> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49489026>
32. Голицына И. Н. Гибкое обучение в традиционном учебном процессе // *Высшее образование в России*. – 2017. – № 5. – С. 113–117. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29154965>
33. Амирова Л. А., Седых Т. А., Галикеева Г. Ф., Суханова Н. В., Саттаров В. Н. Смешанное обучение в общем и высшем образовании как инновационный инструмент развития // *Педагогика*. – 2022. – Т. 86, № 9. – С. 47–60. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49543607>

Поступила: 9 января 2023

Принята: 11 марта 2023

Опубликована: 30 апреля 2023



### **Заявленный вклад авторов:**

Седых Татьяна Александровна: организация исследования, интерпретация результатов и написание разделов статьи «Введение», «Результаты», «Заключение», оформление текста статьи.

Амирова Людмила Александровна: литературный обзор, написание разделов «Результаты», «Обсуждение» и «Заключение».

Фазлутдинова Альфия Ильсуровна: разработка анкет, анализ и интерпретация материалов анкетирования.

Галикеева Гузель Фанилевна: разработка электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей.

Галимова Эльвира Мансуровна: разработка электронного образовательного курса «Генетика для всех: просто о сложном» для школьников и родителей.

Суханова Наталья Викторовна: разработка анкет, организация анкетирования, анализ и интерпретация материалов анкетирования,

Саттаров Венер Нуруллович: сбор эмпирического материала, выполнение статистических процедур, интерпретация результатов.

Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

### **Информация о конфликте интересов:**

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи

### **Информация об авторах**

#### **Седых Татьяна Александровна**

доктор биологических наук, заведующий кафедрой,

кафедра генетики и химии,

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,

ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5401-3179>

E-mail: [s\\_ta@inbox.ru](mailto:s_ta@inbox.ru)

#### **Амирова Людмила Александровна**

доктор педагогических наук, главный научный сотрудник,

управление научной работы,

Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,

ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2705-9217>

E-mail: [ms.amirova@yandex.ru](mailto:ms.amirova@yandex.ru)



**Фазлутдинова Альфия Ильсуровна**

кандидат биологических наук, доцент,  
кафедра биоэкологии и биологического образования,  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7971-6690>  
E-mail: [alfi05@mail.ru](mailto:alfi05@mail.ru)

**Галикеева Гузель Фанилевна**

кандидат биологических наук, доцент,  
кафедра генетики и химии,  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9060-2843>  
E-mail: [galikeevagf@yandex.ru](mailto:galikeevagf@yandex.ru)

**Галимова Эльвира Мансуровна**

кандидат биологических наук, доцент,  
кафедра генетики и химии,  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4014-5584>  
E-mail: [vemgen@gmail.com](mailto:vemgen@gmail.com)

**Суханова Наталья Викторовна**

доктор биологических наук, заведующий кафедрой,  
кафедра биоэкологии и биологического образования,  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6130-6172>  
E-mail: [n\\_suhanova@mail.ru](mailto:n_suhanova@mail.ru)

**Саттаров Венер Нуруллович**

доктор биологических наук, декан,  
естественно-географический факультет,  
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы,  
ул. Октябрьской революции, 3-а, 450008, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6331-4398>  
E-mail: [wener5791@yandex.ru](mailto:wener5791@yandex.ru)



## The effectiveness of developing schoolchildren's science literacy in biology classes with a focus on the study of Genetics within a flexible blended learning model

T. A. Sedykh <sup>1</sup>, L. A. Amirova<sup>1</sup>, A. I. Fazlutdinova<sup>1</sup>, G. F. Galikeeva<sup>1</sup>,  
E. M. Galimova<sup>1</sup>, N. V. Sukhanova<sup>1</sup>, V. N. Sattarov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa, Russian Federation

### Abstract

**Introduction.** The article is devoted to the problem of schoolchildren's functional literacy formation within the framework of blended learning. The purpose of the study is to substantiate the effectiveness of the use of an electronic educational resource to achieve a stable increase in indicators of science literacy at the stage of compulsory education.

**Materials and Methods.** The research methodology is based on the ideas of humanization, innovativeness in the formation of schoolchildren's functional literacy, learner-centered and systematic approach to the organization of learning biology and genetics, and the educational process as a whole. Experimental work was conducted in 7 types of educational organizations of the Republic of Bashkortostan: schools with in-depth study of a number of subjects, individual education schools, private schools, comprehensive secondary schools, basic general education schools, lyceums and gymnasiums. 191 schoolchildren, 9 teachers, 112 parents participated in the study. The following methods were used: theoretical analysis, meta-analysis, methods of analogy, comparison, modification, questionnaires, interviews; tests, and statistical data processing.

**Results.** In the process of the research, the necessity of developing educational technologies and tools for implementing an integrated approach to the formation and development of science literacy at the stage of general education are substantiated.

### Acknowledgments

The study was financially supported by the Ministry of Education of the Russian Federation by a state assignment. Project No. 073-03-2022-009/3 ("The concept of genetic education in school and university in a mixed learning environment").

### For citation

Sedykh T. A., Amirova L. A., Fazlutdinova A. I., Galikeeva G. F., Galimova E. M., Sukhanova N. V., Sattarov V. N. The effectiveness of developing schoolchildren's science literacy in biology classes with a focus on the study of Genetics within a flexible blended learning model. *Science for Education Today*, 2023, vol. 13 (2), pp. 25-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2302.02>

  Corresponding Author: Tatiana A. Sedykh, [s\\_ta@inbox.ru](mailto:s_ta@inbox.ru)

© T. A. Sedykh, L. A. Amirova, A. I. Fazlutdinova, G. F. Galikeeva, E. M. Galimova, N. V. Sukhanova, V. N. Sattarov, 2023



*The role of studying Genetics in the formation of schoolchildren's science literacy is clarified; trends and needs of school practice in teaching Genetics are revealed.*

*The authors identify and describe the following prospects of using the technology of mixed learning and the electronic educational course for schoolchildren and parents called 'Genetics for everyone: about the difficult': updating knowledge about the influence of studying genetics on the formation and development of interest in biological sciences, increasing motivation to master knowledge about complex processes occurring in the microcosm, as well as expanding the prospects for the development of a new educational paradigm of personalization of students when using electronic educational materials in mixed learning courses.*

**Conclusions.** *The results obtained prove the effectiveness of schoolchildren's science literacy formation within the implementation of a flexible model; the proposed electronic educational resource 'Genetics for everyone: about the difficult' for schoolchildren and parents contributes to the development of the subjective position of schoolchildren, provides a steady trend towards improving the quality of knowledge, and interest in Genetics as a science.*

#### **Keywords**

*Functional literacy; Science literacy; Studying Genetics; Flexible model of blended learning; Electronic educational content; Electronic educational courses.*

## **REFERENCES**

1. Mammadov N. M., Mansurova S. E. Natural science literacy as a condition for adaptation and survival a person in an era of change. *Values and Meanings*, 2020, no. 5, pp. 45–59. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.24411/2071-6427-2020-10044> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44157919>
2. Mishina O. S., Ivanov R. G., Zavaltseva O. A. Natural-scientific literacy as an axiological reference for modern school biological education. *Problems of Modern Pedagogical Education*, 2020, vol. 69 2, pp. 119–122. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44555113>
3. Kovaleva G. S. Results of the Pisa international study: Quality of education. *Public Education*, 2011, no. 4, pp. 193–200. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16500487>
4. Krasnov P. O., Torgashina N. G., Suprun E. V., Chaban T. Yu. Science literacy: From regional monitoring to school practice. *Domestic and Foreign Pedagogy*, 2020, vol. 2 (2), pp. 275–288. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44358187>
5. Ermishina E. Yu., Burkova L. A., Cheremichkina I. A., Konovalov A. A. On the development of natural science literacy in realizing various forms of learning. *Chemistry at School*, 2022, no. 6, pp. 49–54. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49324831>
6. Borzova Z. V. Opportunities of extracurricular activities for the formation of natural science literacy of schoolchildren. *Biology at School*, 2022, no. 7, pp. 24–27. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49937301>
7. Alexandrova N. V. Use of Moodle distance learning system resources for the development of primary school students' science literacy. *Continuing Education*, 2020, no. 3, pp. 90–93. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44164319>
8. Saraeva D. V., Arbuzova E. N. Formation of natural science literacy in biological education with the help of immersive educational technologies. *Bulletin of Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla*, 2022, no. 1–4, pp. 54–57. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49297613>



9. Islanova N. N. Resource “sta-studio” of the RUSNANO school league as an effective mechanism for improving students' natural science literacy. *Modern Education: Current Issues and Innovations*, 2020, no. 1, pp. 48–56. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43010155>
10. Kraeva I. I., Smirnova A. A., Domnina L. V., Kuznetsova A. A. Methodological support of teachers on the formation of natural science literacy of students by regional methodists. *Education in the Kirov Region*, 2020, no. 2, pp. 26–28. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49854679>
11. Desnenko S. I. Methodical preparation of the future physics teachers to the formation of schoolchildren science literacy. *Scientific notes of the Trans-Baikal State University*, 2022, vol. 17 (3), pp. 15–23. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.21209/2658-7114-2022-17-3-15-23> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49443137>
12. Sedykh T. A., Sagitov S. T., Sattarov V. N., Amirova L. A., Sukhanova N. V., Galikeeva G. F., Gumerova O. V., Ivashov A. V. Modern problems and ways of development of genetic education in Russia. *Modern Problems of Science and Education*, 2021, vol. 6, pp. 96. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.31385> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47670045>
13. Inge-Vechtomov S. G. On the system of genetic education at St. Petersburg State University. *Information Bulletin of VOGIS*, 1999, vol. 3 (11), pp. 2. (In Russian) URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=912618222>
14. Moser L., Saner K., Oggier V., Hanne Th. A serious game for teaching genetic algorithms. *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC)*, 2022, vol. 3, pp. 738–758. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-89912-7\\_57](https://doi.org/10.1007/978-3-030-89912-7_57)
15. Orlyanskaya T. Ya., Volodicheva T. B., Aktushina G. A. The use of elements of business games in teaching disciplines “basis of medical genetics”, as a way to form the basis of clinical thinking for future doctors. *Modern High-Tech Technologies*, 2019, no. 7, pp. 205–209. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39166025>
16. Zhao N., Qi B., Dong Q., Wang X. The applications of research progress of common wheat in teaching genetics. *Hereditas (Beijing)*, 2020, no. 9, pp. 916–925. DOI: <https://doi.org/10.16288/j.ycz.20-113>
17. Kuzin S. M., Chebyshev N. V., Bogomolov D. V., Berechikidze I. A., Sakharova T. V., Lazareva Yu. B., Larina S. N. Analysis of the teaching of genetics for junior students of Sechenov University. *Medical Genetics*, 2020, vol. 19 (12), pp. 90–92. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.12.90-92>
18. Yasakova N. T., Maksimova Yu. V., Garny V. E., Lisichenko O. V., Khoshevskaya Ya. A., Voloshina T. V., Sentsova A. L., Maksimov V. N. Formation of motivation in teaching medical genetics as a factor in improving the quality of education. *Medical Genetics*, 2020, vol. 19 (12), pp. 98–100. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.12.98-100>
19. Woody S., Himelblau E. Understanding & Teaching Genetics Using Analogies. *The American Biology Teacher*, 2013, vol. 75 (9), pp. 664–669. DOI: <https://doi.org/10.1525/abt.2013.75.9.7>
20. Gao Y., Jian-Min Ch. Application of documentary in teaching genetics. *Yi Chuan*, 2012, vol. 34 (3), pp. 379–382. DOI: <https://doi.org/10.3724/SP.J.1005.2012.00379>
21. Wang Ch., Lin Ch., Feng H. How to teach genetic drift. *Hereditas (Beijing)*, 2020, no. 12, pp. 1211–1220. DOI: <https://doi.org/10.16288/J.ycz.20-310>
22. Grigorieva Yu. O., Zakharova O. M., Safina N. Yu., Yamandi T. A., Esakova A. P., Akulenko L. V. On the issue of the need to improve the teaching of medical genetics in medical higher educational institutions. *Medical Genetics*, 2020, vol. 19 (12). pp. 86–87. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.25557/2073-7998.2020.12.86-87>



23. Smith M., Wood W. Teaching genetics: Past, present, and future. *Genetics*, 2016, vol. 204 (1), pp. 5–10. DOI: <https://doi.org/10.1534/genetics.116.187138>
24. Knippels M.-Ch., Waarlo A. J., Boersma K. T. Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 2005, vol. 39 (3), pp. 108–112. DOI: <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655976>
25. Labutina M. V., Maskayeva T. A., Chegodaeva N. D. Formation of cognitive interest in high school students while studying the basics of genetics. *Educational Experiment in Education*, 2019, no. 4, pp. 30–38. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42322556>
26. Inge-Vechtomov S. G., Buzovskina I. S. System of genetic education. The experience of St. Petersburg University. *Letters to the Vavilovsky Journal*, 2016, no. 2, pp. 26–31. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42331443>
27. Gay S., Bishop M., Sutherland S. Teaching genetics and genomics for social and lay professionals. *Genomics and Society*, 2016, pp. 147–164. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420195-8.00008-2>
28. Sumatokhin S. V., Kalinova G. S. Biology: Object and methodical training of teachers of the composite subjects of a school course. *Biology at School*, 2018, vol. 4, pp. 24–38. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35598240>
29. Buranov E. Sh., Emilbekova D. A., Abdillayeva Zh. Zh. Technique of studying the theme “bases of genetics” of the section “general biology” in high school. *Science, New Technologies and Innovations of Kyrgyzstan*, 2019, no. 6, pp. 192–195. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.26104/NNTIK.2019.45.557>
30. Gupta P. Teaching genetics in India: Problems and possible solutions. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2019, vol. 79, pp. 326–339. DOI: <https://doi.org/10.31742/IJGPB.79S.1.26> URL: <https://www.isgpb.org/journal/index.php/IJGPB/article/view/3175>
31. Amirova L. A., Sedykh T. A., Sukhanova N. V., Galikeeva G. F., Sattarov V. N. Conceptualization of genetic education in the era of globalization. *The Age of Globalization*, 2022, no. 2, pp. 114–125. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.30884/vglob/2022.02.09> URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49489026>
32. Golitsyna I. N. Flexible learning in the traditional educational process. *Higher Education in Russia*, 2017, no. 5, pp. 113–117. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29154965>
33. Amirova L. A., Sedykh T. A., Galikeeva G. F., Sukhanova N. V., Sattarov V. N. Blended learning in general and higher education as an innovative development tool. *Pedagogy*, 2022, vol. 86 (9), pp. 47–60. (In Russian) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49543607>

Submitted: 9 January 2023

Accepted: 10 March 2023

Published: 30 April 2023



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).





### The authors' stated contribution:

Tatiana Alexandrovna Sedykh

Contribution of the co-author: organization of research, interpretation of results and writing sections of the article "Introduction", "Results", "Conclusion", design of the text of the article.

Lyudmila A. Amirova

Contribution of the co-author: literary review, writing the sections "Results", "Discussion" and "Conclusion".

Alfiya Ilisurovna Fazlutdinova

Contribution of the co-author: questionnaire development, analysis and interpretation of survey materials.

Guzel Fanilevna Galikeeva

Contribution of the co-author: development of an electronic educational course "Genetics for all: just about the difficult" for schoolchildren and parents.

Elvira Mansurovna Galimova

Contribution of the co-author: development of an electronic educational course "Genetics for all: just about the difficult" for schoolchildren and parents.

Natalia Viktorovna Sukhanova

Contribution of the co-author: development of questionnaires, organization of questionnaires, analysis and interpretation of survey materials,

Vener Nurulloevich Sattarov

Contribution of the co-author: organization of research, collection of empirical material, implementation of statistical procedures, interpretation of results.

All authors reviewed the results of the work and approved the final version of the manuscript.

### Information about competitive interests:

The authors declare no apparent or potential conflicts of interest in connection with the publication of this article

### Information about the Authors

#### Tatiana Aleksandrovna Sedykh

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department,  
Department of Genetics and Chemistry,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Oktyabrskaya revolyutsii str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan,  
Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5401-3179>

E-mail: [s\\_ta@inbox.ru](mailto:s_ta@inbox.ru)



**Lyudmila A. Amirova**

Doctor of Pedagogical Sciences, Chief Researcher,  
Department of Scientific Work,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Oktyabrskaya Revolution str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan,  
Russian Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-2705-9217>  
E-mail: [ms.amirova@yandex.ru](mailto:ms.amirova@yandex.ru)

**Alfiya IIsurovna Fazlutdinova**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Department of Biology and Biological Education,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Oktyabrskaya revolutsii str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan,  
Russian Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7971-6690>  
E-mail: [alfi05@mail.ru](mailto:alfi05@mail.ru)

**Guzel Fanilevna Galikeeva**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor  
Department of Genetics and Chemistry,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Oktyabrskaya Revolutsii str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan,  
Russian Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9060-2843>  
E-mail: [galikeevagf@yandex.ru](mailto:galikeevagf@yandex.ru)

**Elvira Mansurovna Galimova**

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,  
Department of Genetics and Chemistry,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
October Revolution str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian  
Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4014-5584>  
E-mail: [vemgen@gmail.com](mailto:vemgen@gmail.com)

**Natalia Viktorovna Sukhanova**

Doctor of Biological Sciences, Head of the Department,  
Department of Biology and Biological Education,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
October Revolution str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russian  
Federation.  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6130-6172>  
E-mail: [n\\_sukhanova@mail.ru](mailto:n_sukhanova@mail.ru)



**Vener Nurullovich Sattarov**

Doctor of Biological Sciences, Dean of the Faculty,  
Faculty of Natural Geography,  
Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla,  
Oktyabrskaya Revolutsii str., 3-a, 450008, Ufa, Republic of Bashkortostan,  
Russian Federation.

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6331-4398>

E-mail: [wener5791@yandex.ru](mailto:wener5791@yandex.ru)