

Александра Леонидовна Соловьёва,  
Надежда Владимировна Шарыпова  
г. Шадринск

### Опыт внедрения цифрового микроскопа во внеурочную деятельность по предмету «Биология»

В статье описан опыт использования цифрового микроскопа во внеурочной деятельности по предмету «Биология». Представлены результаты обобщения опыта применения цифрового микроскопа учителями-предметниками при организации внеурочных занятий. Авторы раскрывают опыт внедрения цифрового микроскопа во внеурочную деятельность биологической направленности на примере образовательных смен на базе комплекса отдыха и развития «Чумляк» в образовательном центре детей и молодежи «Созвездие». Приводят темы внеурочных занятий, на которых возможно использование цифрового микроскопа и раскрывают методику их проведения. Описывают способ использования цифрового микроскопа для формирования естественно-научной грамотности. Указывают на значимость микроскопирования в повышении познавательной активности школьников. Рассматривают индивидуальную, фронтальную, групповую формы организации внеурочных занятий по биологии с использованием цифрового микроскопа.

**Ключевые слова:** биология, познавательная активность школьников, цифровой микроскоп, лабораторная работа, внеурочное занятие, естественно-научная грамотность.

Alexandra Leonidovna Solovyova,  
Nadezhda Vladimirovna Sharypova  
Shadrinsk

### The experience of introducing a digital microscope into extracurricular biological activities

The article describes the experience of using a digital microscope in extracurricular biological activities. The results of generalizing the experience of using a digital microscope by subject teachers in organizing extracurricular activities are presented. The authors reveal the experience of introducing a digital microscope into extracurricular biological activities using the example of educational shifts at the Chumlyak recreation and development complex in the Constellation Educational center for Children and Youth. They present the topics of extracurricular activities where the use of a digital microscope is possible and reveal the methodology of their conduct. The method of using a digital microscope for the formation of natural science literacy is described. They point to the importance of microscopy in increasing the cognitive activity of schoolchildren. Individual, frontal, and group forms of organizing extracurricular biology classes using a digital microscope are considered.

**Keywords:** biology, cognitive activity of schoolchildren, digital microscope, laboratory work, extracurricular activities, natural science literacy.

**Введение.** Актуальность применения цифрового микроскопа при организации внеурочной деятельности учащихся в обновленной системе образования соотносится с быстро развивающимся информационным обществом, широким распространением технологий мультимедиа, информационных, электронных и сетевых ресурсов и технологий в качестве средства обучения. Так как Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования требует обеспечения в системе образования России системно-деятельностного подхода, нацеленного на самостоятельное познание окружающего мира учащимися школы под руководством педагога, то неотъемлемой частью образования стали информационно-коммуникационные технологии. При обеспечении естественно-научной подготовки обучающихся средней школы необходимо использовать инновационное средство обучения, позволяющее реализовать современные образовательные технологии

деятельностного типа, которым является цифровой микроскоп.

Ключевые приоритеты государственной политики в области образования представлены в Государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» [9]. В данном документе обозначено включение в образовательный процесс цифровых систем, развитие различных цифровых инструментов и сервисов, которые будут обеспечивать получение качественного образования на всей территории Российской Федерации.

Компьютерные технологии очень сильно влияют на современный период развития общества, они пронизывают все сферы деятельности человека и, конечно же, образуют глобальное информационное пространство, которое обеспечивает распространение информационных потоков в обществе. В нынешнее время в России идет становление новой системы образования, направленное на внедрение в мировое информационно-образовательное пространство [11].

Обновление Федерального государственного стандарта в 2021 году и переход к единым образовательным программам подразумевают в своем содержании инновационные подходы и технологии обучения и воспитания школьников. Кроме того, современное образование требует воспитание школьников, готовых к конструктивной совместной деятельности, активных в решении практических задач биологической направленности, имеющих адекватную оценку изменяющихся условий, способных принимать решения в изменяющихся условиях на основании анализа биологической информации, а также способных планировать действия в новой ситуации на основании знаний биологических закономерностей. Это говорит о том, что успешность школьника в современном мире зависит от развития его познавательной активности [7].

Федеральные рабочие программы по предмету «Биология» ООО [8], разработанные в 2023 году, предполагают возможности использования цифровых (электронных) образовательных ресурсов, которые реализуют дидактические возможности ИКТ. Это могут быть цифровые лаборатории по биологии, включающие цифровые датчики и цифровой микроскоп.

**Основная часть.** При изучении темы «Внедрения цифрового микроскопа во внеурочную деятельность по предмету «Биология»» нашей целью стало изучение использования учителями цифровых микроскопов во внеурочной деятельности и разработка опытно-экспериментальных работ с применением цифрового микроскопа по повышению познавательной активности школьников, и их формы организации.

Нами был проанализирован опыт учителей на предмет использования цифрового микроскопа во внеурочной деятельности в школьном курсе биологии. Мы пришли к выводу, что мало кто из учителей внедряет цифровой микроскоп в свою педагогическую деятельность. Учителя, которые применяют цифровые микроскопы, используют их во внеурочной деятельности в форме мастер-классов. Учителя биологии применяют цифровой микроскоп как средство практической деятельности учащихся.

Обучая школьников научным основам предмета «Биология» с использованием цифрового микроскопа повышается интерес учащихся к предмету и, соответственно, познавательная активность школьников. Имея широкий спектр возможностей, современные цифровые микроскопы способствуют реализации деятельностного подхода в обучении биологии, что соответствует требованиям ФГОС ООО.

Цифровой микроскоп – это оптический прибор со встроенной цифровой камерой вместо

окуляра или с возможностью заменить окуляр специализированной цифровой камерой. Цифровой микроскоп подключается к компьютеру с помощью кабеля USB, по которому передается изображение с камеры [13].

Это позволяет использовать микроскоп для демонстрации изображения на большом экране – картинка с компьютера передается на проектор или широкоэкранный телевизор и таким образом доступна для всей аудитории, а не только для человека, непосредственно работающего с микроскопом. Многие цифровые микроскопы используют программное обеспечение, способное выполнять сложные задачи. Например, некоторые версии программного обеспечения включают функции для записи видео, настройки изображений, редактирования видеоклипов, анализа 3D-изображений, выполнения измерений и создания отчетов. Использование цифрового микроскопа позволяет расширить функции обычной микроскопии, учителя могут отображать изображение на экране ПК или ноутбука, сохранять полученные изображения, записывать видеофайлы, также педагоги могут подключить микроскоп к большому экрану и продемонстрировать процесс микроскопии в режиме реального времени. Такие методы работы развивают у школьников самостоятельность, наблюдательность, критическое мышления, а также экономят время, затрачиваемое учителем на индивидуальные замечания и консультации, которые необходимо давать во время практических занятий по стандартной методике для каждой пары учащихся [13].

Цифровой микроскоп является современным средством обучения, которое позволяет реализовать большой спектр педагогических задач по достижению метапредметных и предметных результатов обучения в процессе организации урочной и внеурочной деятельности учащихся, выполнения проектных и исследовательских работ.

Имея широкий спектр возможностей, современные цифровые микроскопы способствуют реализации деятельностного подхода в обучении биологии, что соответствует требованиям ФГОС ООО. При использовании цифрового микроскопа реализуются практические методы обучения биологии, а именно наблюдение, распознавание признаков объектов и явлений, опыт или эксперимент. С помощью цифрового микроскопа можно создать учебно-наглядные средства и дидактический материал.

Так как не все школы имеют возможность внедрения цифрового микроскопа в образовательный процесс, то есть возможность проведения внеурочных занятий в оснащенных данным оборудованием учреждениях [10]. Кроме того, в настоящее время у российских

школ имеется возможность открытия на своей территории центра «Точка роста», которые имеют в своем оснащении цифровые микроскопы, что даст возможность использовать данное оборудование на уроках биологии.

Возможно использование цифровых данных для внеурочной работы с детьми, интересующимися биологией. Это исследование тканей растений и животных, тычинок и пестиков цветка. При исследовании членистоногих большой интерес для изучения составляют отдельные части тела: ноги, усики, глаза, мундштуки, покровы (например, чешуя крыльев бабочки). При изучении хордовых интересны покровы животных: рыба чешуя, шерсть, зубы, птичьи перья, волосы, ногти и многое другое. И это не полный список. Также значимо, что многие из этих объектов после исследования, организованного с помощью цифрового микроскопа, останутся живыми: насекомые – взрослые особи или их личинки, черви, пауки, моллюски, а также можно наблюдать за их жизнедеятельностью и развитием, поместив их в специальные миниатюрные чашки Петри.

При проведении внеурочных занятий с применением цифрового микроскопа важно продумать концепцию занятия, форму проведения, объекты исследования, цель. Так, нами был проведен мастер-класс «Мир под микроскопом» для учащихся 7 класса в рамках Всероссийского фестиваля «Наука 0+» на базе Педагогического кванториума Шадринского государственного педагогического университета. В рамках мероприятия, учащиеся повторили строение оптического микроскопа, изучили технику приготовления временных микропрепаратов, а также определили различия между постоянным и временным микропрепаратами. Обучающиеся изучили два вида цифровых микроскопов, определили отличие обычного оптического микроскопа от цифрового. При работе с цифровым микроскопом учащиеся освоили навыки настройки его, создания фото и видеоматериалов. Учащиеся рассмотрели насекомых, перья птиц, цветки, шерсть домашних животных, а также смогли принять на себя роль экологов и провести анализ активного ила, где необходимо было определить вид и количество микроорганизмов, что влияет на возможность самоочищения водоема.

В образовательном центре детей и молодежи «Созвездие» на базе комплекса отдыха и развития «Чумляк» Курганской области на олимпиадных сменах нами были организованы занятия с применением цифрового микроскопа «Levenhuk Discovery» в форме лабораторных работ. В них входили следующие занятия: «Сравнение растительной и

животной клетки», «Комплексное изучение качества воды», «Виды бактерий», «Влияние различных факторов на клетки растений», «Химические вещества в растительном организме».

При организации занятий на проектной смене «Время знать» по направлению «Генетика и биомедицина» нами были организованы такие занятия, как «Экстракция (выделение) ДНК из различных биологических материалов», «Исследование достоверности «правила 5 секунд»», «Клеточное деление».

Рассмотрим данные занятия более подробно. Занятие по комплексному изучению качества воды предполагало проведение химического и микроскопического анализа различных источников пресной воды: из-под крана, кулера, речной воды, из заброшенной скважины, лужи. Микробиологическое исследование воды с помощью цифрового микроскопа, с которым может работать группа учащихся при проведении исследовательской работы, т.к. изображение можно вывести на экран, а также такой микроскоп позволяет сохранить данные в виде фото- и видеоматериалов, определяет содержащиеся в воде микроорганизмы. Они могут присутствовать в ней, но не должны выходить за нормы ГОСТа. При изучении качества воды под микроскопом обучающиеся также обращают внимание на водоросли, которые являются индикаторами качества воды и могут быть как полезными, так и вредными для окружающей среды. Например, избыток некоторых видов водорослей может привести к эвтрофикации водоема, что негативно сказывается на качестве воды и его экологическом состоянии. В процессе данной работы школьники готовили временные микропрепараты различных образцов воды и определяли виды микроорганизмов, их биологическое разнообразие и общее количество. В завершении работы, учащиеся делали вывод о повсеместном распространении микроорганизмов независимо от степени загрязнения воды, качества воды в зависимости от нахождения определенных видов микроорганизмов и их количества.

Виды бактерий учащиеся изучали группами на индивидуальных объектах исследования. Так школьники предварительно приготовили культуры сенной палочки, картофельной палочки, пурпурных бактерий, масляно-кислых бактерий. Также исследования проводились на кислотолюбных бактериях и дрожжах. Группы учащихся с помощью цифрового микроскопа изучали форму различных видов бактериальных клеток, делали фотоснимки, а также производили наблюдение за способами движения бактерий и созданием видеоматериалов. Завершающим этапом работы

стала демонстрация результатов исследования каждой группой в виде презентации.

При проведении опытно-экспериментальной работы «Влияние различных факторов на клетки растений» школьники вспомнили организацию растительной клетки, ее основные компоненты. Работа включала в себя воздействие на клетки свеклы высокой температуры, действие кислот, щелочей и окислителей (перекиси водорода), а также изучение влияния гипертонического и гипотонического раствора на клетки чешуи лука [3]. Цифровой микроскоп использовался для осуществления видеосъемки процесса плазмолиза и деплазмолиза в клетках чешуи лука. При выведении изображения плазмолиза клеток на экран интерактивной доски у школьников была возможность сопоставить полученное изображение с изображением в световом микроскопе. После оформления рисунка плазмолиза в рабочей тетради учащимся было необходимо подписать клеточную стенку, цитоплазму и ядро на интерактивной доске, чтобы была возможность у всей группы проверить правильность оформленного рисунка в тетради. Также цифровой микроскоп в данном случае был необходим и для фронтальной работы с учащимися по определению видов плазмолиза. Выводом для учащихся было выявление факторов возникновения явлений плазмолиза и деплазмолиза в зависимости от концентрации солей в растворе. Данное занятие будет актуально для подготовки школьников к олимпиадам и государственной итоговой аттестации по предмету «Биология», так как в письменных работах не редко встречаются задания, включающие описание биологических опытов и экспериментов.

Проведение опытно-экспериментальной работы «Химические вещества в растительном организме» предполагало обнаружение таких ионов и веществ, как кальция, магния, фосфора, железа, крахмала, сахара, жиров и липоидов. Неорганические вещества обнаруживали в золе древесины ствола дерева. Для начала работы школьники приготовили раствор золы в 10%-ной соляной кислоте и отфильтровали его. При обнаружении неорганических веществ в золе смешивают на предметном стекле каплю раствора золы и каплю соответствующего реактива, в результате чего выпадают кристаллы характерной формы, свойственные только этим солям. Стекла этикетировать и оставляют до подсыхания. При малом и большом увеличении микроскопа рассматривают образовавшиеся кристаллы зольных элементов. Так для обнаружения кальция берут 1%-ный раствор серной кислоты. В результате реакции выпадает осадок в виде игольчатых кристаллов. Другим показателем

наличия определенного неорганического вещества в золе растения является характерная окраска. Так при открытии фосфора каплю раствора соединяют с 1%-ным раствором молибденовокислого аммония в 15%-ной азотной кислоте. Реакция дает зеленовато-желтый скрытокристаллический осадок фосфорномолибденового аммиака – аммонийнофосфорного молибдата, который с течением времени принимает более интенсивную окраску. Органические вещества обнаруживали в почках древесных растений разной зимостойкости (клен, сирень). Для обнаружения крахмала учащиеся сделали тонкие срезы почек и поместили их в раствор Люголя на часовом стекле на 5 минут. Далее рассматривали в цифровой микроскоп для обнаружения сине-фиолетовой окраски крахмальных включений. Реакция на сахара при окрашивании *a*-нафтола дает изменение от розового до темно-малинового цвета. Жиры и липоиды школьники обнаруживали при помещении срезов почек на 5 минут в раствор Шарлаха и рассматривали в микроскоп в растворе глицерина. Липиды окрашиваются в ярко-красный или оранжевый цвет [15, С. 25]. Обнаруживая в цифровой микроскоп признаки тех или иных веществ, учащиеся делали фотоснимки, которые затем помещали в отчет о проделанной работе. Отчет был в форме таблицы, в которую учащиеся заносили объект исследования, указывали реакцию и полученный результат, а также вставляли фотографию результата опыта. Для закрепления полученного практического опыта, нами были подготовлены карточки, включающие использование цифровой микроскоп, с результатами каждого из опытов, которые затем демонстрировались школьникам. Учащиеся должны были назвать какое вещество представлено на изображении, и с помощью какой реакции его можно обнаружить.

Работа «Исследование достоверности «правила 5 секунд»» состояла из серии лабораторных работ. Первый этап предполагал приготовление питательной среды и посев культуры микроорганизмов в чашки Петри. Для этого учащиеся взвесили 4 г сухой смеси питательного агара и разбавили в 100 мл дистиллированной воды, и кипятили 15 минут при температуре 121°C. Затем полученную смесь разлили в стерильные чашки Петри и подвергли стерилизации. Стерильный раствор остудили до застывания. Для исследования были выбраны кусочки хлеба (влажный и сухой), которые также подверглись стерилизации. Для проведения опыта положили кусочки хлеба менее чем на 5 секунд на пол в различных помещениях корпуса. Далее произвели посев микроорганизмов в чашки

Петри и отправили их в термостат при температуре 37°C [4]. Наблюдения производили каждые сутки в течение смены. Учащиеся производили подсчет колоний с помощью счетчика колоний микроорганизмов. Цифровой микроскоп применялся учащимися для изучения типов микроорганизмов, их формы и типа движений. Школьники создавали фото- и видеоматериалы для мини-проекта, который защищали в конце образовательной смены.

Опытно-экспериментальная работа «Клеточное деление» носила теоретический и практический аспект деятельности учащихся. В начале занятия школьники изучили этапы (фазы) митоза и мейоза, а затем работали с цифровым микроскопом по обнаружению этапов митоза в клетках корешка лука. Учащиеся были поделены на микрогруппы. Каждой группе был присвоен определенный этап митоза. Школьники находили делящуюся клетку на определенной стадии, делали фотоснимки и оформляли дидактические карточки с фотографией и описанием фазы митоза. На полученное с помощью цифрового микроскопа изображение школьники наносили соответствующие обозначения, указывая клеточный центр, веретено деления, ядро, мембрану, цитоплазму, хромосомы или хроматиды. Данные дидактические карточки в будущем пригодятся школьникам при повторении темы «Клеточное деление» при подготовке к ЕГЭ.

Для приобщения младших школьников к урокам биологии, важно ознакомить их с таким устройством как цифровой микроскоп. Начиная с пятого класса, в учебной программе по биологии предусмотрены лабораторные работы, и изучив вводный материал в начальных классах, у школьников не будет возникать затруднений при изучении клеток и биологических процессов, происходящих в них [4]. На наш взгляд, знакомство с цифровым микроскопом в начальных классах целесообразно проводить на внеурочных мероприятиях, т.к. лабораторные работы с использованием микроскопа не предусмотрены для начальной школы. В четвертом классе важно провести вводное ознакомление детей с цифровым микроскопом. Школьники, работая с цифровым микроскопом, осознают значимость всего живого и то насколько оно хрупко, они понимают, что это все их окружает и это нужно беречь. Для ознакомления школьников с микроскопом можно провести внеурочное мероприятие под названием «Познай мир, в котором ты живешь». В основе данного мероприятия лежит знакомство школьников с устройством цифрового микроскопа, правилами работы и безопасностью при работе с микроскопом, а также рассмотрение готовых микропрепаратов. В рамках этого мероприятия

важно донести детям, что все живые организмы состоят из клеток, а также существуют микроскопические организмы, такие как бактерии, которые состоят из одной клетки [13].

Одной из форм внеурочной деятельности являются элективы, на которых возможно формирование естественно-научной грамотности. Естественно-научная грамотность является неотъемлемой частью биологического образования. Обновленные стандарты образования требуют развития личности способной занимать активную гражданскую позицию по вопросам, связанным с естественными науками, и его готовность интересоваться естественно-научными идеями. Цифровой микроскоп применим для составления контекстных заданий, которые могут быть использованы для проверки естественно-научной грамотности [11, С. 399].

Мы разработали контекстное задание по оценке естественно-научной грамотности по биологии в 7 классе на тему: «Микроорганизмы вокруг нас». Данный блок включает 5 заданий: низкого, среднего и высокого уровня сложности. Используются задания с выбором одного верного ответа, нескольких и со свободным развернутым ответом. Уровень контекста – личностный. Например, в одном из заданий легкого уровня учащимся нужно выбрать несколько правильных ответов из предложенных к вопросу: «В чем состоит экологическое значение клубеньковых бактерий для растений?». Задание повышенного уровня сложности требует изложения учащимися своих мыслей. В задании применяется компетенция «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Материал даёт возможность обсудить не только природные явления, связанные с микроорганизмами, а в частности бактериями, но и практические вопросы, которые помогут учащимся ответить на вопросы: «Как правильно хранить продукты питания?», «Почему важно следить за гигиеной полости рта?» и другие.

Примером контекстных заданий в 5 классе может служить комплексное задание «Антибиотики – убийцы бактерий», состоящее из 6 заданий. Контекст – глобальный и личностный. Так, например, задание низкого уровня сложности имеет глобальный контекст и предполагает анализ фрагмента «Незапланированный эксперимент» о влиянии плесени на колонии стафилококка. В данном задании нужно дать ответ на вопрос «Какой вывод сделал А. Флеминг после своего «незапланированного эксперимента?».

В 9 классе возможно проведение комплексного задания «Кровь», состоящее из 6 заданий. Уровень контекста – личностный. В задании высокого уровня сложности по компетенции «научное объяснение явлений»,

школьникам необходимо изучить и сравнить строение эритроцитов крови человека и лягушки и ответить на вопрос: «Могла бы Василиса Премудрая существовать в облике девушки, имея строение клеток, как у лягушки?» [12].

При работе с цифровым микроскопом важно учитывать возрастные особенности школьников. Так, для младшего школьного возраста возможно проведение занятий по ознакомлению с устройством цифрового микроскопа, рассматриванию готовых микропрепаратов [1]. Для учащихся подросткового возраста при проведении опытно-экспериментальных работ возможно проведение фронтальной работы с учащимися при приготовлении временных микропрепаратов и использование цифрового микроскопа для вывода эталонных изображений для учащихся, а также формирование умений создавать фото- и видеоматериал с помощью цифрового микроскопа и наносить соответствующие подписи к изображениям [5, С. 47]. Школьники юношеского возраста, освоив основные навыки работы с цифровым микроскопом, могут самостоятельно проводить исследования, настраивать изображения, редактировать видеоклипы, анализировать 3D-изображения, выполнять измерения, предполагаемые программным обеспечением и создавать отчеты [6, С. 63].

Опытно-экспериментальные работы при организации внеурочной деятельности учащихся могут иметь следующие формы организации деятельности учащихся: фронтальную, индивидуальную и групповую.

Проведение фронтальной опытно-экспериментальной работы с использованием цифрового микроскопа осуществляется учителем за демонстрационным столом, для того чтобы продемонстрировать на экране процесс подготовки микропрепарата, настройки микроскопа и показа биологического объекта. Например, при формировании умения готовить временный микропрепарат клеток чешуи лука методом «раздавленная капля». Стоит обратить внимание, что каждый учащийся использует цифровые или световые микроскопы пошагово, повторяя все действия за учителем, которые он продемонстрировал, таким образом, выполняя работу [14].

Во время проведения индивидуальной опытно-экспериментальной работы цифровой микроскоп применим для демонстрации

биологического объекта в эталонном варианте, который соответствует действительности изображения, которое должны увидеть обучающиеся в микроскопе [14, С. 159]. Например, митоз в клетках апекса корня. При этом каждый учащийся самостоятельно выполняет лабораторную работу, индивидуально по инструкции, используя световой или цифровой микроскоп. В процессе работы учитель постоянно наблюдает за ходом и правильностью выполнения приготовления микропрепаратов обучающимися, корректирует и оказывает помощь.

При групповой форме проведения опытно-экспериментальной работы можно использовать цифровой микроскоп по той же схеме, организуя работу в парах и группах разного состава. Группы учащихся могут формироваться по уровню успеваемости для раздачи заданий разного уровня сложности или организации взаимопомощи учащихся друг другу, по темпераменту учащихся [14, С. 160]. В данном случае, учащиеся создают архив цифрового контента по исследуемой теме и оформляют отчет в виде презентации, который затем защищают. Например, в исследовательской работе «Виды бактерий», учащиеся используя разные способы приготовления микропрепаратов определяют виды бактерий и способы их движения, затем полученный материал с помощью цифрового микроскопа используют для составления отчета.

**Заключение.** Таким образом, цифровые ресурсы направлены на формирование и развитие у обучающихся интереса к самостоятельной исследовательской деятельности, призваны значительно повысить наглядность не только самого процесса обучения, но и обработки результатов экспериментов за счет создания фото- и видеоматериалов, а также проведения измерений с помощью программного обеспечения. Формируются и развиваются навыки работы с оборудованием, исследовательские навыки, развивается способность строить логические цепочки и выяснять причинно-следственные связи, развивается естественно-научная грамотность. Цифровой микроскоп, являясь инновационным средством обучения, позволяет использовать практические методы обучения на качественно новом уровне и способствует в соответствии с требованиями ФГОС ООО реализации на уроках биологии деятельностного подхода в обучении школьников.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Габдулинова, К.Г. Об использовании цифрового микроскопа в процессе естественно-научной подготовки младших школьников на уроках окружающего мира / К.Г. Габдулинова. – Текст : электронный // Проблемы и перспективы развития образования в России. – 2016. – № 40. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-tsifrovogo-mikroskopa-v-protseste-estestvenno-nauchnoy-podgotovki-mladshih-shkolnikov-na-urokah-okruzhayushchego> (дата обращения: 16.04.2024).

2. Габдулинова, К.Г. Цифровой микроскоп как средство реализации практических методов обучения на уроках окружающего мира в начальной школе / К.Г. Габдулинова. – Текст : электронный // Концепт : науч.-метод. электрон. журн. – 2016. – № S20. – С. 12-16. – URL: <http://e-koncept.ru/2016/76226.htm>.
3. Голованова, Т.И. Физиология растений : учеб. пособие / Т.И. Голованова. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2022. – 124 с. : ил. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705322>. – Режим доступа: по подписке ЭБС «Университетская библиотека онлайн». – Текст : электронный.
4. Леонова, И.Б. Основы микробиологии : учебник и практикум для вузов / И.Б. Леонова. – Москва : Юрайт, 2023. – 277 с. – (Высшее образование). – URL: <https://urait.ru/bcode/512297>. – Режим доступа: по подписке ЭБС «Юрайт». – URL: <https://urait.ru/bcode/512297> (дата обращения: 03.04.2024). – Текст : электронный.
5. Мудракова, О.А. Учет возрастных особенностей при использовании технологии мультимедиа в учебном процессе / О.А. Мудракова, А.А. Конова. – Текст : непосредственный // Педагогический журнал. – 2018. – Т. 8, № 6А. – С. 45-51.
6. Павлова, Н.В. Теоретические аспекты формирования познавательных универсальных учебных действий в курсе общей биологии основной школы / Н.В. Павлова, Н.В. Шарыпова. – Текст непосредственный // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2021. – № 1 (49). – С. 62-66.
7. Российская Федерация. Министерство просвещения. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования : приказ от 31 мая 2021 г., № 287. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : сайт : некоммерч. интернет-версия. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389560/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389560/) (дата обращения: 3.04.2024).
8. Российская Федерация. Министерство просвещения. Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования : приказ от 18 мая 2023 г. № 370. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» в локальной сети ШГПУ (дата обращения: 3.04.2024). – Текст : электронный.
9. Российская Федерация. Правительство. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» : постановление от 26 дек. 2017 г. № 1642. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» в локальной сети ШГПУ (дата обращения: 3.04.2024). – Текст : электронный.
10. Самошкина, Т.Г. Педагогические аспекты использования цифрового микроскопа в учебном процессе / Т. Г. Самошкина. – Текст : электронный // Теория и практика образования в современном мире : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, февр. 2012 г.). – Санкт-Петербург : Реноме, 2012. – Т. 1. – С. 217-218. – URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/21/1672/> (дата обращения: 6.05.2024).
11. Соловьёва, А.Л. Возможности цифрового микроскопа в формировании естественнонаучной грамотности обучающихся / А.Л. Соловьёва, А.Р. Камалова, Н.В. Шарыпова. – Текст : электронный // Педагогическое образование: традиции, инновации, поиски, перспективы = Teacher education: tradition, innovation, prospecting, outlook : материалы XIII междунар. науч.-практ. конф., 21 октября 2022 г. / Междунар. акад. наук. пед. образования [и др.] ; ред. Н. Ю. Ган. – Шадринск : ШГПУ, 2022. – С. 398-404. – URL: <https://e.lanbook.com/book/312191> (дата обращения: 20.04.2024). – Режим доступа: по подписке.
12. Соловьёва, А.Л. Применение цифрового микроскопа в урочной деятельности / А.Л. Соловьёва. – Текст : электронный // Студенческий научный форум : материалы XV Междунар. студ. науч. конф. – URL: <https://scienceforum.ru/2023/article/2018034340> (дата обращения: 20.03.2024).
13. Соловьёва, А.Л. Цифровое микроскопирование в школьном биологическом практикуме / А.Л. Соловьёва, Н.В. Шарыпова. – Текст : непосредственный // Наука XXI века: взгляд в будущее : материалы XII Всерос. заоч. науч.-практ. конф. учащейся молодежи (24 апр. 2020 г., Шадринск) / Междунар. акад. наук пед. образования, Шадр. гос. пед. ун-т ; под ред. Н.В. Ипполитовой, Н.С. Стерховой. – Шадринск : ШГПУ, 2019. – С. 408-411.
14. Хайбулина, К.В. Применение цифрового микроскопа при организации индивидуально-групповой познавательной деятельности в процессе обучения биологии / К.В. Хайбулина. – Текст : электронный // Актуальные проблемы методики преподавания биологии, химии и экологии в школе и вузе : сб. науч.-практ. конф. – Москва, 2017. – С. 157-161. – URL : [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_32628178\\_51449715.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32628178_51449715.pdf) (дата обращения: 22.04.2024).
15. Чернышенко, О.В. Практикум по физиологии растений : учеб. пособие / О.В. Чернышенко. – Москва, 2015. – 44 с. – Текст : непосредственный.

#### REFERENCES

1. Gabdulnina K.G. Ob ispol'zovanii cifrovogo mikroskopa v processe estestvenno-nauchnoj podgotovki mladshih shkol'nikov na urokah okruzhajushhego mira [On the use of a digital microscope in the process of natural science training of younger schoolchildren in the lessons of the surrounding world]. *Problemy i perspektivy razvitiya obrazovaniya v Rossii* [Problems and prospects of education development in Russia], 2016, no. 40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ob-ispolzovanii-tsifrovogo-mikroskopa-v-protsesse-estestvenno-nauchnoj-podgotovki-mladshih-shkolnikov-na-urokah-okruzhayushchego> (Accessed 16.04.2024).
2. Gabdulnina K.G. Cifrovoy mikroskop kak sredstvo realizacii prakticheskikh metodov obuchenija na urokah okruzhajushhego mira v nachal'noj shkole [Digital microscope as a means of implementing practical teaching methods in the lessons of the surrounding world in primary school]. *Koncept: nauch.-metod. jelektron. zhurn.* [Concept], 2016, no. S20, pp. 12-16. URL: <http://e-koncept.ru/2016/76226.htm>.
3. Golovanova T.I. Fiziologija rastenij: ucheb. posobie [Plant physiology]. Krasnojarsk: Sibirskij federal'nyj universitet (SFU), 2022. 124 p. URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=705322>.
4. Leonova I.B. Osnovy mikrobiologii : uchebnik i praktikum dlja vuzov [Fundamentals of microbiology]. Moskva: Jurajt, 2023. 277 p. URL: <https://urait.ru/bcode/512297>. URL: <https://urait.ru/bcode/512297> (Accessed 03.04.2024).
5. Mudrakova O.A., Konova A.A. Uchet vozrastnyh osobennostej pri ispol'zovanii tehnologii mul'timedia v uchebnom

processe [Consideration of age-related features when using multimedia technology in the educational process]. *Pedagogicheskij zhurnal [Pedagogical Journal]*, 2018, vol. 8, no. 6A, pp. 45-51.

6. Pavlova N.V., Sharypova N.V. Teoreticheskie aspekty formirovaniya poznavatel'nyh universal'nyh uchebnyh dejstvij v kurse obshhej biologii osnovnoj shkoly [Theoretical aspects of the formation of cognitive universal educational actions in the course of general biology of primary school]. *Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Journal of the Shadrinsk State Pedagogical University]*, 2021, no. 1 (49), pp. 62-66.

7. Rossijskaja Federacija. Ministerstvo prosveshhenija. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta osnovnogo obshhego obrazovaniya: prikaz ot 31 maja 2021 g., № 287 [The Russian Federation. The Ministry of Education. On the approval of the Federal state educational standard of basic general education]. *Konsul'tantPljus: sajt: nekommerch. internet-versija [ConsultantPlus]*. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_389560/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389560/) (Accessed 3.04.2024).

8. Rossijskaja Federacija. Ministerstvo prosveshhenija. Ob utverzhdenii federal'noj obrazovatel'noj programmy osnovnogo obshhego obrazovaniya: prikaz ot 18 maja 2023 g. № 370 [The Russian Federation. The Ministry of Education. On the approval of the federal educational program of basic general education]. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPljus» v lokal'noj seti ShGPU (Accessed 3.04.2024).

9. Rossijskaja Federacija. Pravitel'stvo. Ob utverzhdenii gosudarstvennoj programmy Rossijskoj Federacii «Razvitie obrazovaniya»: postanovlenie ot 26 dek. 2017 g. № 1642 [The Russian Federation. Government. On the approval of the state program of the Russian Federation “Development of education”]. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Konsul'tantPljus» v lokal'noj seti ShGPU (Accessed 3.04.2024).

10. Samoshkina T.G. Pedagogicheskie aspekty ispol'zovaniya cifrovogo mikroskopa v uchebnom processe [Pedagogical aspects of using a digital microscope in the educational process]. *Teoriya i praktika obrazovaniya v sovremennom mire. T. 1: materialy I Mezhdunar. nauch. konf. (g. Sankt-Peterburg, fevr. 2012 g.) [Theory and practice of education in the modern world]*. Sankt-Peterburg: Renome, 2012, pp. 217-218. URL: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/21/1672/> (Accessed 6.05.2024).

11. Solov'jova A.L., Kamalova A.R., Sharypova N.V. Vozmozhnosti cifrovogo mikroskopa v formirovanii estestvennonauchnoj gramotnosti obuchajushhihsja [The possibilities of a digital microscope in the formation of natural science literacy of students]. Pedagogicheskoe obrazovanie: tradicii, innovacii, poiski, perspektivy [Teacher education: tradition, innovation, prospecting, outlook]: materialy XIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 21 oktjabrja 2022 g. N. Ju. Gan (ed.). Shadrinsk: ShGPU, 2022, pp. 398-404. URL: <https://e.lanbook.com/book/312191> (Accessed 20.04.2024).

12. Solov'jova A.L. Primenenie cifrovogo mikroskopa v urochnoj dejatel'nosti [The use of a digital microscope in laboratory activities]. *Studencheskij nauchnyj forum: materialy XV Mezhdunar. stud. nauch. konf. [Student Scientific Forum]*. URL: <https://scienceforum.ru/2023/article/2018034340> (Accessed 20.03.2024).

13. Solov'jova A.L., Sharypova N.V. Cifrovoe mikroskopirovanie v shkol'nom biologicheskom praktikume [Digital microscopy in a school biological workshop]. In Ippolitovoj N.V. (eds.) *Nauka XXI veka: vzgljad v budushhee: materialy III Vseros. zaoch. nauch.-prakt. konf. uchashhejsja molodezhi (24 apr. 2020 g., Shadrinsk) [Science of the XXI century: a look into the future]*. Shadrinsk: ShGPU, 2019, pp. 408-411.

14. Hajbulina K.V. Primenenie cifrovogo mikroskopa pri organizacii individual'no-grupповoj poznavatel'noj dejatel'nosti v processe obucheniya biologii [The use of a digital microscope in the organization of individual and group cognitive activity in the process of teaching biology]. Aktual'nye problemy metodiki prepodavaniya biologii, himii i jekologii v shkole i vuze: sb. nauch.-prakt. konf. [Actual problems of methods of teaching biology, chemistry and ecology at school and university]. Moscow, 2017, pp. 157-161. URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_32628178\\_51449715.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32628178_51449715.pdf) (Accessed 22.04.2024).

15. Chernyshenko O.V. Praktikum po fiziologii rastenij: ucheb. posobie [Workshop on plant physiology]. Moscow, 2015. 44 p.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

А.Л. Соловьёва, студент 5 курса, обучающийся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (образовательная программа «Биология», «География»), ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: alexaslvv@gmail.com.

Н.В. Шарыпова, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и географии с методикой преподавания, ФГБОУ ВО «Шадринский государственный педагогический университет», г. Шадринск, Россия, e-mail: sharnadvla@yandex.ru.

#### **INFORMATION ABOUT AUTHORS:**

A.L. Solovyova, 5<sup>th</sup> year Student, field of training 44.03.05 Pedagogical education (with two profiles) (educational program “Biology”, “Geography”), Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: alexaslvv@gmail.com.

N.V. Sharypova, Ph. D. in Biological Sciences, Associate Professor, Department Chair, Department of Biology and Geography with Teaching Methods, Shadrinsk State Pedagogical University, Shadrinsk, Russia, e-mail: sharnadvla@yandex.ru.