

Уважаемые читатели!

Подписка на электронные версии журналов не дает подписчику права на их дальнейшее распространение без письменного согласия правообладателя. Любое распространение подписчиками электронной версии запрещается. ООО «Школьная Пресса» является правообладателем всех редакционных материалов, опубликованных в печатных СМИ и (или) размещенных в интернет-проектах соответствующих СМИ, кроме материалов, в содержании которых имеется ссылка на другого правообладателя. Продолжив работу с электронной версией, вы тем самым соглашаетесь с вышеизложенным.



научно-методический журнал

ISSN 0320-9660

7 2023

БИОЛОГИЯ

В ШКОЛЕ



ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

**КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ И РЕЦЕССИВНЫЙ ЭПИСТАЗ
В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ БИОХИМИИ
И МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ**

**КЛИПОВОЕ МЫШЛЕНИЕ И ЧТЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ**



БИОЛОГИЯ В ШКОЛЕ

В НОМЕРЕ:



7/2023



НАУКА

3 Иванищев В.В.

Комплементарность и рецессивный эпистаз в свете современных представлений биохимии и молекулярной биологии

10 Обухов Д.К., Цехмистренко Т.А., Павлова Г.А., Левашко Е.В.

Гладкая мышечная ткань

21 Ховрин А.Н., Выродов И.В., Лебедева Е.А.

Накопление свинца, кадмия и цинка почвами, органами *Tussilago farfara*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinalis* и возможность использования растений в фиторемедиации



МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

30 Суматохин С.В., Уварова М.Е.

Клипное мышление и чтение художественной литературы при обучении биологии

37 Барсукова Т.В., Сухлоев М.П.

Диагностика развития УУД обучающихся на предметном содержании биологии в свете требований обновленных ФГОС

42 Комарова Е.В.

Задачи на кроссинговер и метод картирования хромосом в школьном курсе биологии

51 Фортус А.В.

Развитие функциональной грамотности обучающихся СПО на занятиях по биологии средствами технологии web-квестов с применением ресурсов медиаобразования



УЧИТЕЛЮ ЭКОЛОГИИ

60 Авдеева Е.В.

Развитие экологической грамотности школьников средствами учебно-игровых модулей в условиях обновления ФГОС НОО

68 *13* блокнот учителя



ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

69 Репш Н.В., Берсенева С.А., Белов А.Н., Коляда А.С.

Изучаем фауну Дальнего Востока России. Скопа

75 Коляда А.С., Репш Н.В., Белов А.Н., Берсенева С.А.

Изучаем флору Дальнего Востока России. Желтоцвет амурский

Двухлетний импакт-фактор журнала в РИНЦ 0,467

Пятилетний импакт-фактор журнала в РИНЦ 0,244

Главный редактор С.В. Суматохин
Зам. главного редактора Л.Ю. Ганич

Редактор отдела
Е.Н. Огольцова

Ответственный секретарь
Е.Н. Огольцова

Редакционная коллегия:

Е.В. Алексеева, С.В. Алексеев, Н.Д. Андреева,
Е.Н. Арбузова, М.М. Асланян, Т.В. Барсукова,
Е.А. Галкина, Д.С. Ермаков, К.А. Жумагулова, В.М. Захаров,
Е.А. Игумнова, А.А. Каменский, М.П. Кирпичников,
А.В. Кулёв, А.Г. Кузнецова, Н.М. Кузнецова, В.В. Латышин,
Н.М. Мамедов, В.В. Пасечник, И.Н. Пономарёва, Л.В. Попова,
А.П. Пуговкин, Е.Д. Станиславлевич, С.В. Суматохин,
А.В. Теремов, Е.В. Титов, Т.В. Уткина

Редакция не всегда разделяет мнения и оценки,
содержащиеся в материалах.

Адрес редакции и издательства:

корреспонденцию направлять по адресу:
127254, г. Москва, а/я 62
тел.: 8 (495) 619-52-87, 619-83-80

E-mail: biologia@schoolpress.ru

Сайт: [http:// www.школьнаяпресса.рф](http://www.школьнаяпресса.рф)

E-mail: marketing@schoolpress.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране
культурного наследия, свид. о рег. ПИ № ФС77-38549
от 21 декабря 2009 г.

Формат 84×108/16
Усл. печ. л. 5.0. Изд. № 3800.
Заказ

Учредитель — ООО «Школьная Пресса»

Отпечатано в АО «ИПК «Чувашия»,
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, д. 13

© ООО «Школьная Пресса»,
© «Биология в школе», 2023, № 7

К сведению авторов: рукописи, присланные в редакцию, не возвращаются.

Редакция знакомится со всеми письмами читателей, но оставляет за собой право не вступать в переписку.

Издание охраняется Гражданским кодексом РФ (часть 4). Любое воспроизведение материалов, размещенных в журнале, как на бумажном носителе, так и в виде ксерокопирования, сканирования, записи в память ЭВМ, и размещение в Интернете запрещается.

Журнал рекомендован Высшей аттестационной комиссией (ВАК) Министерства образования и науки Российской Федерации
в перечне ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные
результаты диссертаций на соискание учёной степени доктора и кандидата наук.

Журнал зарегистрирован в базе данных Российского индекса научного цитирования.



КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ И РЕЦЕССИВНЫЙ ЭПИСТАЗ В СВЕТЕ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ БИОХИМИИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

COMPLEMENTATION AND RECESSIVE EPISTASIS IN THE LIGHT OF MODERN CONCEPTS OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY

Научная статья

Scientific article

УДК 575:577.2: 372.857

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_3

В.В. Иванищев,

доктор биологических наук, профессор,
зав. кафедрой биологии и технологий
живых систем,
ФГБОУ ВО «Тульский госпедуниверситет
им. Л.Н. Толстого»,
e-mail: avdey_VV@mail.ru

V.V. Ivanishchev,

Doctor of Biological Sciences, Professor
Head of the Department of Biology and
Technologies of Living Systems,
Tula State Lev Tolstoy Pedagogical
University,
e-mail: avdey_VV@mail.ru

Аннотация. Взаимодействие генов — одна из наиболее сложных тем курса генетики. Традиционное изложение материала часто не соответствует современным представлениям науки в этой области. В данной работе представлена современная точка зрения на понятия комплементарность и рецессивный эпистаз, с помощью которых классическая генетика одновременно объясняет результаты одного скрещивания гетерозигот по двум генам, определяющим один признак

Abstract. The interaction of genes is one of the most difficult topics in the course of genetics. At the same time, the traditional presentation of the material does not correspond to modern ideas of science in this area. This paper presents a modern point of view on the concepts of complementation and recessive epistasis, with the help of which classical genetics simultaneously explains the results of one crossing of heterozygotes for two genes that determine one trait

Ключевые слова: взаимодействие генов, комплементарность, рецессивный эпистаз, молекулярно-биологические механизмы

Keywords: Interaction of genes, complementation, recessive epistasis, molecular biological mechanisms

© Иванищев В.В., 2023

Тема, посвященная взаимодействию генов, традиционно излагается в школьных учебниках и учебниках для вузов как нечто застывшее, не требующее пересмотра или нового осмысления [1–4], несмотря на то,

что развитие молекулярно-биологического направления науки дает основание для более глубокого анализа и рассмотрения наиболее вероятных биохимических механизмов, лежащих в основе реализации генетической



программы, записанной в структуре ДНК. В результате новые интерпретации известных данных классической генетики приобретают иной смысл, фактически меняющий суть явлений.

К сожалению, до сих пор результаты генетических исследований по скрещиванию имеют исключительно традиционную трактовку без рассмотрения даже гипотетического биохимического механизма, который может лежать в основе обнаруженного явления [5]. Это кажется странным, поскольку давно известно, что реализация любой генетической программы, безусловно и инвариантно, обеспечивается посредством протекания биохимических реакций и процессов, в результате которых наследственная информация (генотип) преобразуется в фенотип особи. В недавних работах [6, 7] показано, что классические представления о доминировании и рецессивности аллелей признака следует рассматривать с позиций более общего характера, когда проявление признака определяется включением или исключением работы гена, а не подавлением одного гена другим.

Особенно ярко такое несоответствие обнаруживается в разделе генетики, который касается взаимодействия генов именно как непосредственного «подавления работы одного гена другим». При этом мы не затрагиваем вопрос о более широком понимании эпистаза в современном аспекте [8]. В то же время следует подчеркнуть, что понимание биохимической причинности эпистаза в абсолютном большинстве случаев до сих пор остается открытым [9].

Накопление новых данных и идей в этом направлении науки делает необходимым сформировать современный взгляд на существующую проблему, касающуюся взаимодействия генов, а также биохимических и молекулярно-биологических механизмов, лежащих в основе их проявлений.

КОМПЛЕМЕНТАРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

В классической генетике различают несколько типов взаимодействия генов: *комплементарность*, *эпистаз*, *полимерию* и др. Комплементарность обозначают наиболее сложным определением: «Комплементарными или дополнительными генами называют такие доминантные гены, которые при совместном присутствии в генотипе ($A_B_$) обуславливают развитие нового проявления признака по сравнению с действием каждого гена в отдельности (у генотипов A_bb или $aaB_$)» [4]. При этом более точным должно быть определение, в котором вместо слов — «доминантные гены» используется выражение «доминантные аллели генов».

В целом анализ взаимодействия генов любого типа базируется на схеме, описывающей третий закон Г. Менделя, когда при скрещивании двух гетерозигот по двум разным генам ($AaBb$) получают несколько фенотипических групп потомков в количественных соотношениях 9:3:3:1, 9:7, 9:6:1 и др. (при изучении наследования одного признака).

Во всех подобных случаях термином *комплементарность* описывают только первую фенотипическую группу ($9/16$ — $A_B_$), в то время как для объяснения остальных фенотипических групп прибегают к понятию рецессивного эпистаза [3, 4]. При этом эпистатическое действие описывается через количественные показатели остальных фенотипических групп гибридов ($3/16 A_bb + 3/16 aaB_ + 1/16 aabb$) без всяких обсуждений возможных биохимических или молекулярно-биологических причин подобных явлений.

В таблице показаны классические соотношения фенотипических групп гибридов второго поколения и современные трактовки о взаимодействии генов, описывающих результаты подобного эксперимента.

Таблица показывает, что понятие рецессивного эпистаза осталось только в двух вариантах из четырех, несмотря на то, что даже в учебниках для вузов трактовка остается классической [3, 4].

При этом комплементарность может быть объяснена путем реализации НЕСКОЛЬКИХ наиболее простых молекулярно-биологических механизмов, полностью объясняющих первую фенотипическую группу только в соотношении потомков 9:7 при скрещивании двух гетерозиготных форм (*AaBb*) [10].

Первый механизм. Для описания первого механизма, приводящего к расщеплению 9:7, можно использовать схему, предложенную нами ранее для результатов эксперимента, в котором при скрещивании представителей двух популяций белоцветковых растений в первом поколении (F1) все гибриды обладали пурпурной окраской венчика [4, 11]. При самоопылении гибридов первого поколения появились (в F2) две разновидности — с окрашенным венчиком (9/16 *A_B_*) и 7/16 — с белым (3/16 *A_bb* + 3/16 *aaB_* + 1/16 *aabb*) (рис. 1).

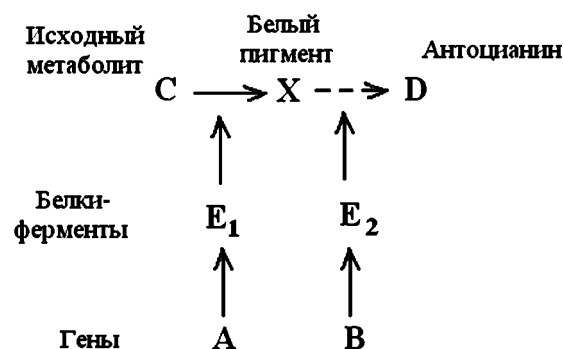


Рис. 1. Принципиальная биохимическая схема, иллюстрирующая расщепление 9:7 [4, 11]

Схема включает последовательность из двух ключевых биохимических реакций, благодаря которым доминантные аллели генов A и B совместно обеспечивают синтез красящего пигмента, в результате чего основная фенотипическая группа (9/16 *A_B_*) обладает признаком пурпурной окраски венчика цветка. Отсутствие хотя бы одного из доминантных аллелей не позволяет синтезироваться одному из двух обязательно

Классические типы взаимодействия генов, описываемые через понятия комплементарности и рецессивного эпистаза

Количественное расщепление в F_2	Комплементарный тип взаимодействия генов для фенотипической группы	Другие фенотипические группы	Классические объяснения взаимодействия генов	Современная трактовка [10]
9:3:3:1	9 / 16 <i>A_B_</i>	3 / 16 <i>A_bb</i> 3 / 16 <i>aaB_</i> 1 / 16 <i>aabb</i>	$A > bb$ $B > aa$ $aa > bb$ или $bb > aa$?	Взаимодействия нет (независимый ассортимент)
9 : 7	9 / 16 <i>A_B_</i>	3 / 16 <i>A_bb</i> 3 / 16 <i>aaB_</i> 1 / 16 <i>aabb</i>	$bb > A$ $aa > B$ $aa > bb$ или $bb > aa$?	Двойной рецессивный эпистаз
9 : 3 : 4	9 / 16 <i>A_B_</i>	3 / 16 <i>A_bb</i> 3 / 16 <i>aaB_</i> 1 / 16 <i>aabb</i>	$bb > A$ $aa > B$ $aa > bb$	Рецессивный эпистаз
9 : 6 : 1	9 / 16 <i>A_B_</i>	3 / 16 <i>A_bb</i> 3 / 16 <i>aaB_</i> 1 / 16 <i>aabb</i>	$A > bb$ $B > aa$ ($A=B$) $aa > bb$ или $bb > aa$?	Повторяющееся взаимодействие

необходимых ферментов для протекания рассмотренной цепи реакций (рис. 1).

Приведенная схема объясняет наличие основной фенотипической группы потомков в расщеплениях вида 9:7 и 9:3:4 (в классическом примере — наследование окраски «агути» у кроликов), в то время как для описания расщепления 9:3:3:1 (наследование окраски глаз у дрозофилы — в классическом примере) необходимо использовать несколько более сложную схему, но с теми же двумя, как говорят биохимики, ключевыми биохимическими реакциями [4,11].

Второй механизм. Второй биохимический вариант для описания комплементарности [10] отличается тем, что для обеспечения появления окраски венчика цветка (в соотношении 9:7) требуется фермент, состоящий из двух субъединиц, полипептидная цепь каждой из которых кодируется отдельным геном (точнее, цистроном [6]). Подобный механизм может объяснить также проявление признака у первой фенотипической группы при соотношении гибридов 9:6:1 (классический пример с наследованием формы плода у тыквы), но тогда остается под вопросом появление группы 1/16 (*aabb*).

Для первой фенотипической группы в соотношении гибридов 9:3:4 (классический пример наследования окраски «агути») такой механизм невозможен в силу того, что синтез пигмента и его распределение в волосах животного — физически разные процессы. Для соотношения 9:3:3:1 (наследование окраски глаз у дрозофилы) этот молекулярно-биологический вариант вообще не подходит.

Третий механизм. Третий вариант молекулярно-биологического механизма для объяснения комплементарности, предложенный в работе [10], включает систему из одного белка (транскрипционного фактора) и одного фермента. Он может быть реализован только для случаев расщепления гиб-

ридов во втором поколении в соотношениях 9:7 и отчасти для варианта 9:6:1 (форма плодов тыквы), причем появление последней фенотипической группы (1/16) остается под вопросом, но не для случая 9:3:4 (окраска «агути») и, тем более, не для соотношения 9:3:3:1 (окраска глаз у дрозофилы).

Таким образом, для объяснения каждого фенотипического проявления комплементарного типа взаимодействия генов необходимо логически (на основе современных представлений биохимии) выбирать наиболее вероятный вариант молекулярно-биологического механизма, который может существенно отличаться от других.

РЕЦЕССИВНЫЙ ЭПИСТАЗ

Теперь обратимся к анализу других фенотипических групп, полученных в подобных экспериментах, где основная фенотипическая группа (9/16 *A_B_*) описана с помощью комплементарного типа взаимодействия генов (см. табл.).

В расщеплении 9:3:3:1, примером которого является наследование окраски глаз у дрозофилы (красной, коричневой и ярко-красной), который в современном изложении описывается как «взаимодействия нет (независимый ассортимент)» (табл.), действительно реализуется по принципу необходимости протекания двух ключевых биохимических реакций, определяемых работой двух генов в доминантном состоянии. Это хорошо иллюстрируется биохимическим пониманием формирования окраски глаз у мухи дрозофилы [4, 11]. При этом вполне можно согласиться с новой трактовкой о том, что в подобных случаях взаимодействия генов (в смысле эпистаза) нет с точки зрения биохимии и молекулярной биологии, что показывает и предложенная нами ранее принципиальная схема процесса синтеза необходимых пигментов глаз дрозофилы (желтого, красного и коричневого) [4, 11].

Для расщепления гибридов второго поколения 9:7 (окраска венчика цветка: лиловая и белая, соответственно) схема (рис. 1) достаточно убедительно демонстрирует проявление признака для 7/16 части потомков ($3A_bb + 3aaB_ + 1aabb$) в отсутствие доминантного аллеля любого гена или доминантных аллелей обоих генов сразу. При этом, как отмечалось выше, молекулярно-биологический механизм может быть реализован несколькими путями: через необходимость присутствия двух ключевых ферментов, через субъединичную структуру ключевого фермента (полипептидные цепи которого кодируются разными цистронами [6]) для синтеза антоцианового пигмента, либо через транскрипционный фактор (белок), синтез которого необходим для синтеза требуемого фермента. В итоге мы не можем в этом примере согласиться с описанием такого типа взаимодействия генов, как «двойной рецессивный эпистаз» (табл.), поскольку подавления (эпистаза), тем более — двойного в этом случае тоже нет, ни в одном из представленных вероятных механизмов.

В расщеплении 9:3:4 (при скрещивании черных и белых кроликов в F1 все особи обладали окраской «агути», которые при «разведении в себе» дали основную группу с окраской «агути», 3/16 — черных и 4/16 — белых) для описания 3/16 (A_bb) и 4/16 ($3/16 aaB_ + 1/16 aabb$) частей потомков наилучшим образом подходит только механизм при участии двух необходимых (ключевых) белков-ферментов (рис. 2) [4, 11].

Поскольку окраска «агути» определяется не особым пигментом, а образуется вследствие чередования полос светлого (феомеланин) и темного (эумеланин) пигмента в отдельных волосах шерсти животного, то присутствие доминантного аллеля гена В оказывает влияние, скорее всего, на равномерность распределения эумеланина в во-

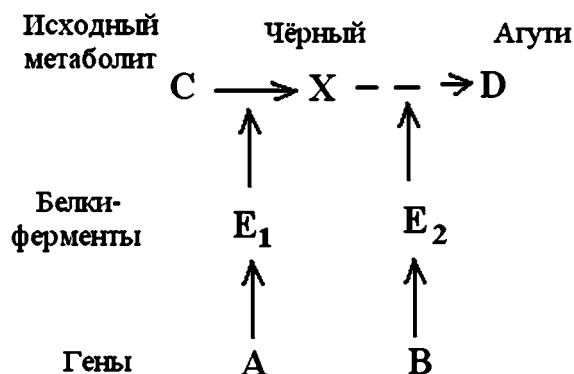


Рис. 2. Принципиальная биохимическая схема, иллюстрирующая расщепление 9:3:4 [4, 11]

лосах и нарушает его. В этом примере представление о подавлении (эпистазе) также оказывается неприемлемым.

В расщеплении 9:6:1 (форма плода у тыквы) вторая фенотипическая группа организмов 6/16 ($3A_bb + 3aaB_$) — с округлой формой образуется за счет того, что доминантные аллели генов А и В по отдельности обладают одинаковым фенотипическим проявлением, а отсутствие их обоих (генотип $aabb$) приводит к новому проявлению признака (грушевидная форма плода).

Понимание такого сложного признака, как формообразование, можно представить через молекулярно-биологические и биохимические механизмы, описывающие другие подобные явления. Так, известно, что «ямочки» на лице человека (щёки, подбородок) появляются вследствие того, что у людей с подобным фенотипом (и, следовательно, генотипом) не образуются определенные белки, важные для формирования нормальных тканей мышц лица [12, 13].

Используя такой подход, можно предположить, что биохимический механизм образования формы плода растений тыквы (классический пример с соотношением потомков 9:6:1 — дисковидная, сферическая и грушевидная формы плода, соответственно)

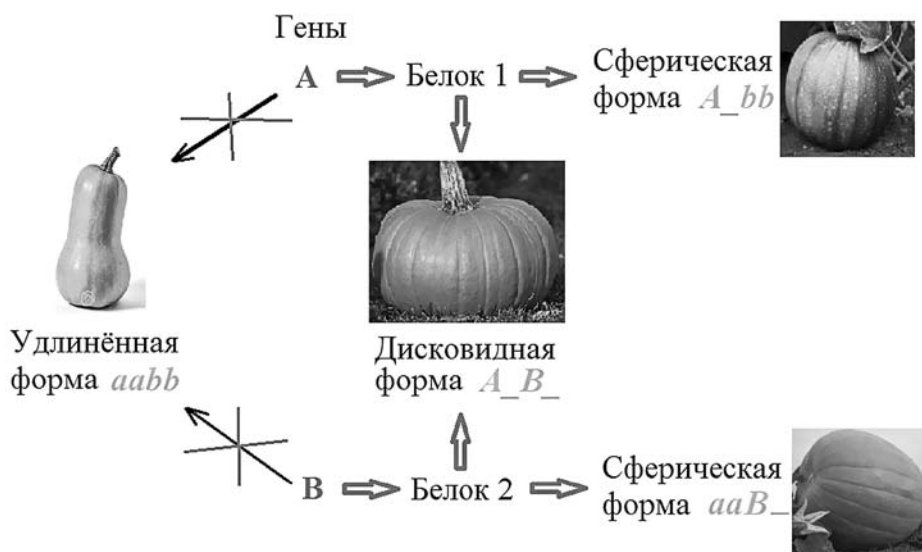


Рис. 3. Принципиальная схема наследования формы плодов тыквы в зависимости от наличия в генотипе растений аллелей генов А и В

связан с необходимостью синтеза, по крайней мере, двух основных типов белков, важных для формирования дисковидной формы тыквы (рис. 3).

Отсутствие доминантных аллелей любого одного из генов (A_bb , $aaB_$) обеспечивает синтез только одного типа белка (или белков одного типа), что приводит к формированию сферической формы плода тыквы. Отсутствие доминантных аллелей в генотипе ($aabb$) не дает возможности синтезировать оба типа необходимых белков, вследствие чего форма плода становится удлиненной (грушевидной).

В таком случае говорить о «повторяющемся взаимодействии» (см. табл.) также нельзя, поскольку «взаимодействие» генов в этом механизме для групп потомков 6/16 ($3A_bb + 3aaB_$) отсутствует.

Для объяснения подобного феномена можно предложить и более сложные варианты, хотя, как известно, природа выбирает наиболее простые из них [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, традиционная трактовка результатов экспериментов по наследованию признаков нуждается в новых подходах, иначе мы рискуем остаться в рамках классических понятий, нисколько не продвигаясь к пониманию механизмов наблюдаемых явлений. Поэтому кажется, что развитие генетики во многом должно определяться молекулярно-биологическим пониманием явлений наследственности и изменчивости признаков.

Приведенные примеры анализа классических экспериментов по наследованию признаков показывают, что принципиальных биохимических механизмов в их реализации не так много. И в большей (возможно, подавляющей или даже абсолютной) части такие эффекты определяются самым простым механизмом включения/выключения отдельных генов. Сохранение традиционных взглядов на те или иные процессы жизненных явлений не должно противоречить современным представлениям науки. Поэ-

тому некоторые сложившиеся каноны периодически необходимо пересматривать с тем, чтобы они отвечали современному уровню знания процессов, обеспечивающих протекание жизненных явлений.

Литература

1. Биология. 10 класс. Учебное пособие для общеобразовательных организаций: базовый уровень / [В.В. Пасечник, А.А. Каменский, А.М. Рубцов и др.]; под ред. В.В. Пасечника. М.: Просвещение, 2018. 224 с.
2. Вахрушев А.А. Биология. 10–11 кл. : учеб. для организаций, осуществляющих образовательную деятельность. Базовый уровень / А.А. Вахрушев, О.В. Бурский, А.С. Раутиан, Е.И. Родионова, М.Н. Розанов. М.: Баласс, 2015. 400 с.
3. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. СПб.: Изд-во Н-Л, 2010.
4. Иванищев В.В. Основы генетики: учебник. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2017. 207 с. – doi.org/10.12737/17443/.
5. Вишнякова М.А., Сеферова И.В. Соя // В книге: Идентифицированный генофонд растений и селекция. СПб, 2005. С. 841–849. <http://vir.nw.ru/glycine/glycine1.htm>.
6. Иванищев В.В. Классические термины генетики с точки зрения биохимии и молекулярной биологии // Биология в школе. 2022. № 4. С. 3–10.
7. Иванищев В.В. Биохимические и молекулярные механизмы законов Г. Менделя // Бутлеровские сообщения. 2022. Т. 71. № 8. С. 79–85. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/22-71-8-79.
8. de Visser J.A.G.M., Cooper T.F., Santiago F.E. The causes of epistasis // Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences. 2011. V. 278. P. 3617–3624. DOI:10.1098/rspb.2011.1537.
9. Domingo J., Baeza-Centurion P., Lehner B. The Causes and Consequences of Genetic Interactions (Epistasis) // Annual Review of Genomics and Human Genetics // 2019. V. 20. P. 433–460. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-083118-014857>.
10. Locke J. “Open Genetics Lectures” textbook for an Introduction to Molecular Genetics and Heredity (BIOL207). 2017. <https://doi.org/10.7939/DVN/XMUPO6>, Scholars Portal Dataverse, V1. <https://opengenetics.pressbooks.tru.ca/chapter/epistasis-and-other-gene-interactions/>.
11. Иванищев В.В. Взаимодействие генов с позиций классической и современной генетики // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2016. Вып. 4. С. 134–143.
12. MedlinePlus. Are facial dimples determined by genetics? <https://medlineplus.gov/genetics/understanding/traits/dimples/#:~:text=A%20dimple%20is%20an%20anomaly,get%20older%2C%20their%20dimples%20disappear>.
13. Almaary H.F., Karthik R., Scott C. New Landmarks for the Surgical Creation of Dimples Based on Facial Form // J. Clin. Aesthet. Dermatol. 2018. V. 11(5). P. 22–26. <https://jcadonline.com/may-2018-dimples/>.
14. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация: Пер. с англ. М.: Мир, 1988. 568 с.
15. Лукашук О.Н., Кулягина Г.П., Опарин Р.В., Букарев Р.В. Сложные вопросы курса биологии: подходы к решениям // Биология в школе. 2021. № 6. С. 30.
16. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Объяснение как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 25.
17. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Понимание как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 39.
18. Иванищев В.В. Рибосомы и биосинтез белка // Биология в школе. 2023. № 1. С. 3.
19. Иванищев В.В. Проблемы освещения темы репликации ДНК в свете современных представлений молекулярной биологии // Биология в школе. 2022. № 3. С. 3.
20. Комарова Е.В. Близнецовый метод в школьном курсе биологии // Биология в школе. 2023. № 2. С. 34.

ГЛАДКАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

SMOOTH MUSCLE TISSUE

Научная, обзорная статья

Scientific, review article

УДК 576.7

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_10

Д.К. Обухов,*доктор биологических наук, профессор
С.-Петербургского госуниверситета,
e-mail: dkobukhov@yandex.ru***Т.А. Цехмистренко,***доктор биологических наук, профессор,
Российский университет дружбы народов,
Москва,***Г.А. Павлова,***кандидат педагогических наук, доцент,***Е.В. Левашко,***кандидат биологических наук, доцент,
С.-Петербургская академия постдипломного
педагогического образования***D.K. Obukhov,***Doctor of Biological sciences, professor
Saint-Petersburg State University,***T.A. Tsekhmistrenko,***Doctor of Biological sciences, professor,
People Friendship University of Russia, Moscow***G.A. Pavlova,***Candidates of Pedagogical sciences, docent,
Academy of Postgraduate Pedagogical Education,
St. Petersburg***E.V. Levashko,***Candidates of Biological sciences, docent,
Academy of Postgraduate Pedagogical Education,
St. Petersburg*

Аннотация. В статье разбираются вопросы строения, развития и функции гладкой мышечной ткани позвоночных животных и человека. Представлены современные данные о строении гладких миоцитов, механизме их сокращения. Особое внимание уделяется вопросу развития и регенерации гладкой мышечной ткани в норме и при патологии

Ключевые слова: гладкая мышечная ткань, гладкий миоцит (лейомиоцит), регенерация гладкой мускулатуры

Abstract. The article deals with the structure, development and function of smooth muscle tissue in vertebrates and humans. Modern data on the structure of smooth myocytes, the mechanism of their contraction are presented. Particular attention is paid to the development and regeneration of smooth muscle tissue in normal and pathological conditions

Key words: smooth muscle tissue, smooth myocyte (leiomyocyte), smooth muscle regeneration

© Обухов Д.К., Цехмистренко Т.А., Павлова Г.А., Левашко Е.В., 2023

Гладкая мускулатура составляет третий тип мышечных тканей, встречающейся как у позвоночных, так и беспозвоночных животных. Из-за своей относительной простоты строения (одиночные клетки, отсутствие видимых миофибрилл и саркомеров, присутствия только во внутренних органах) гладкие мышцы рассматривали как примитивные, уступающие поперечно-полосатым по сложности строения, силе сокращения и значе-

нию. Современные данные по морфологии, физиологии и биохимии гладкой мускулатуры полностью отвергают эту точку зрения. Гладкие мышцы ни в чем не уступают поперечно-полосатым соматическим и сердечным мышцам. Они просто другие [1,3,5,6,8].

Строение гладкомышечной клетки

Гладкая мускулатура имеет клеточное строение, что резко отличает ее от скелетной

симпаластической мускулатуры. Гладкие миоциты (ГМК) имеют удлинненное веретеновидное тело, размером от 20 до 500 мкм. Содержат, как правило, одно ядро с одним или несколькими ядрышками (рис.1).

В саркоплазме ГМК располагаются: комплекс Гольджи, цистерны гранулярной и гладкой эндоплазматической сети, свободные рибосомы, лизосомы и многочисленные митохондрии. Значительное развитие синтетического аппарата гладкого миоцита связано не только с необходимостью синтеза белков сократимого аппарата, но и компонентов межклеточного вещества (коллагеновые, эластические волокна, фибронектин, молекулы матрикса). Это необходимо для скрепления клеток в пучки. ГМК окружены базальной мембраной, а плазматическая мембрана клеток образует многочисленные небольшие инвагинации — **кавеолы** (см. рис. 1). Они являются структурой, аналогичной Т-системе в скелетных мышцах и имеют важное значение: вместе с цистерна-

ми гладкого ретикулума (аналог L-каналов) и мембранными Ca^{+2} -каналами участвуют в обмене ионов Ca^{+2} . Система гладкого ретикулума ГМК развита слабее, чем в сердечных и скелетных мышцах. Объем ретикулума составляет не более 2–4 %, а сами цистерны разбросаны по цитоплазме, часть расположена около плазматической мембраны.

Клетки в пучках соединяются не только посредством компонентов межклеточного матрикса, но и системой специализированных контактов — так называемых **нексусов**. Основу нексусов составляют межклеточные **щелевые контакты (gap junction)**. В мембране соседних клеток находятся ионные каналы — **коннексоны** каждый из которых состоит из шести белков — **коннексинов** с молекулярной массой от 25 до 50 kDa. Было идентифицировано до 12 разновидностей коннексинов. В центре коннексонов есть ионный канал. Нексус предназначен для передачи электрического сигнала между клетками, а также для взаимного межкле-

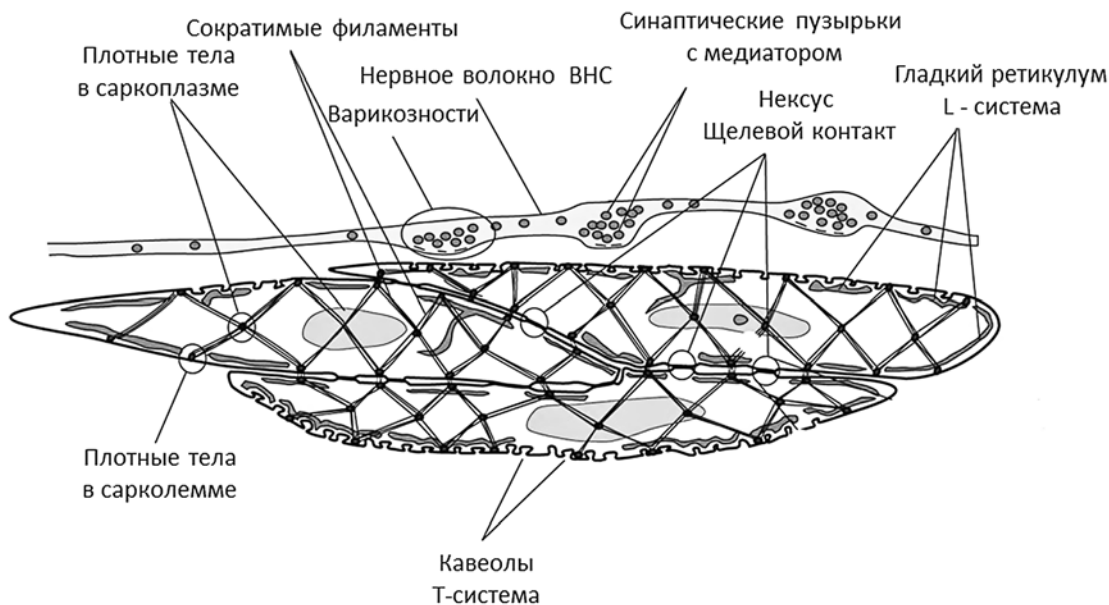


Рис. 1. Схема строения гладкомышечной клетки (группа клеток в пучке) (по: Feher, с изменениями)

точного транспорта различных соединений с молекулярной массой до 1 kDa. (рис. 2).

Строение сократимого аппарата гладкой мышцы

Основу сократимого аппарата ГМК, как в скелетной так и в сердечной мышцах, составляет сложный акто-миозиновый комплекс сократимых и вспомогательных белков.

Актин. Актиновые фибриллы (F-актин) состоят из двойной спиральной цепочки множества молекул глобулярного актина (G-актин, с мол. весом 42 kDa). Молекула G-актина несет прочно связанную с ней молекулу АТФ, которая при переходе в F-актин медленно гидролизует до АДФ и фосфата. Существует несколько изоформ актина — в гладкой мускулатуре сосудов обнаружена α -изоформа актина, в стенке кишечного тракта γ -изоформа. Актиновые филаменты относительно стабильны и их длина составляет до 1 мкм. F-актин обладает полярнос-

тью, т.е. имеет два разноименно заряженных конца - (+) и (-), которые полимеризуются с различной скоростью. В гладкомышечной ткани имеется ряд вспомогательных белков, которые регулируют процесс полимеризации или деполимеризации актиновой фибриллы и сборки фибрилл в пучки (профилин, виллин, фрагин, β -актинин, CapZ, тимозин3 β , гельзонин и др.) [6,7]. Также в состав актиновых филаментов входят несколько вспомогательных белков, связанных с обеспечением процессов сокращения: гладкомышечная изоформа **тропомиозина (ТМ)**, **кальдесмон** и **кальпонин** (см. Механизм сокращения ГМК).

Актиновые филаменты прикрепляются к особым образованиям на внутренней поверхности сарколеммы и в глубине саркоплазмы — так называемыми **плотным телам** (рис. 1, 3). Они содержат практически все белки, входящие в состав Z-дисков в скелетной и сердечной мускулатуре (в том

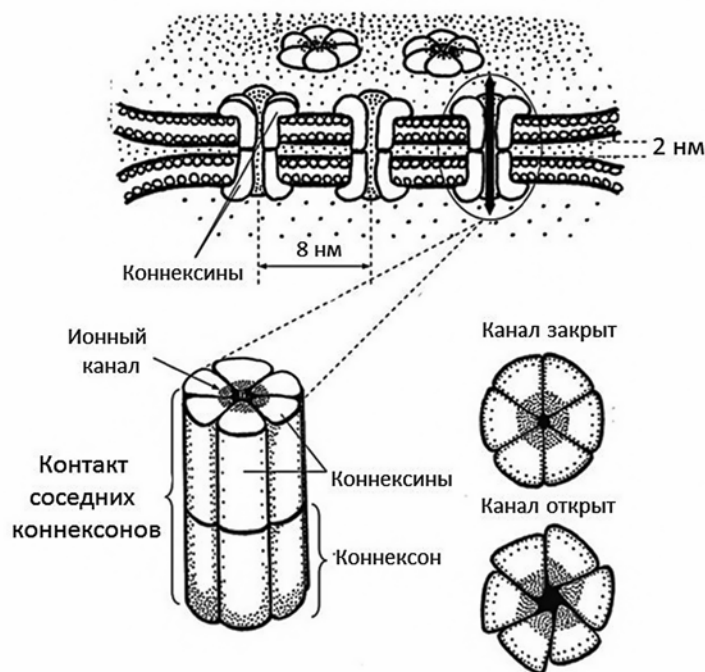


Рис. 2. Схема строения коннексонов в щелевом контакте (нексусе) гладкомышечной клетки (по: Обухов, Кириленкова, 2022).

числе, α -актинин) и являются, по сути, их аналогами [10]. Кроме актиновых фибрилл, к плотным телам прикрепляются фибриллы цитоскелетных промежуточных филаментов: **десмина, винкулина, талина, тензина**, формирующих цитоскелет ГМК (рис. 3).

Миозин. Миозиновые филаменты имеют длину около 0,5 мкм и толщину 12–15 нм, состоят из нескольких сотен молекул – мономеров миозина. Гладкомышечный миозин относится к классу миозинов II типа, состоящий из двух тяжелых цепей МУН-11 и четырех легких [6,7]. Молекулу миозина составляют субъединицы-меромиозины: 1) легкий мeroмиозин, образующий стержень или хвост миозинового филамента; и 2) тяжелый мeroмиозин, состоящий из фрагмента

S-1, образующего головку, и фрагмента S-2 (шарнирного участка), который прилегает к стержню миозинового филамента и соединяет фрагмент S-1 с субъединицей легкого мeroмиозина (рис. 4).

Сами миозиновые фибриллы менее стабильны, чем актиновые и собираются только во время сокращения. Гладкомышечный миозин полимеризуется в филаменты при фосфорилировании его регуляторной легкой цепи специальным ферментом — **киназой легких цепей миозина**. Миозиновые молекулы располагаются по всей длине фибриллы несколькими рядами по спирали, причем каждый ряд имеет другую ориентацию головок миозина. Соотношение актин-миозин в гладкой мышечной клетке это составля-

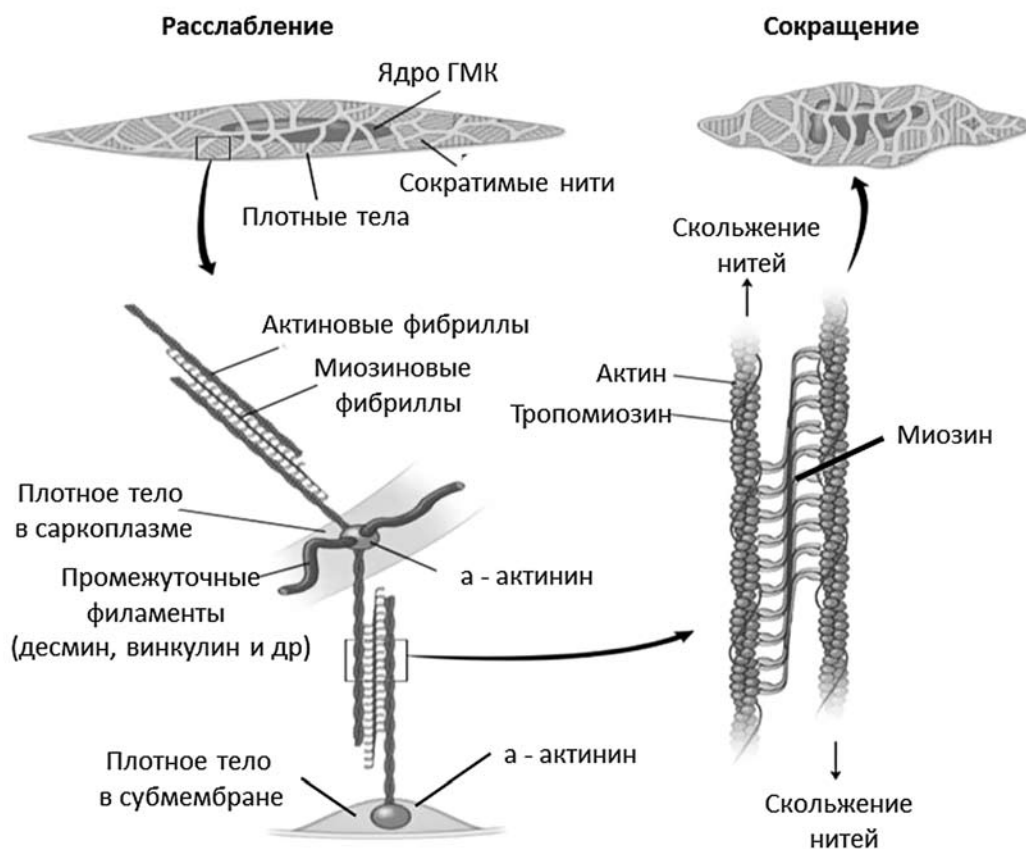


Рис. 3. Схема крепления сократимых фибрилл и цитоскелета к плотным телам и вид гладкомышечной клетки в состоянии расслабления и сокращения (по: RossM. H., PawlinaW. 2011, с дополнениями)

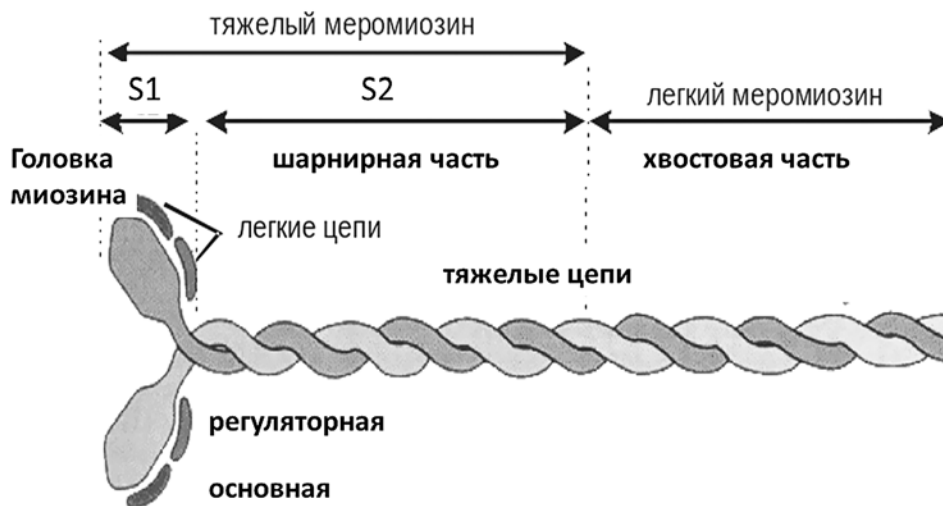


Рис. 4. Схема строения молекулы миозина (по: Телина и др., 2007, с дополнениями)

ет 12:1, что резко отличается от скелетных и сердечных мышц, где соотношение 2:1. Ферментативная активность миозина ГМК намного ниже, чем в скелетной мускулатуре, поэтому гладкие мышцы сокращаются медленнее и расслабляются дольше [6,7]. С миозином тесно связан ряд вспомогательных белков, необходимых для работы сократительного аппарата:

- **кальмодулин-Са+2 связывающий белок**, аналог тропонина (TN-C) скелетных мышц. Кальмодулин связывает по 4 молекулы Са+2, после чего взаимодействует с молекулами миозина,
- **киназа легких цепей головки миозина** — фермент, участвующий в инициации процесса сокращения ГМК после связывания с комплексом — кальмодулин-4Са+2,
- **фосфатаза легких цепей головки миозина** — фермент, который необходим для удаления фосфатного остатка с регуляторной легкой цепи миозина. Дефосфорилированный миозин не способен осуществлять взаимодействие с нитями актина и наступает процесс расслабления.

Тяжи акто-миозиновых фибрилл, зафиксированные в плотных телах, идут в теле

ГМК по спирали, создавая на срезах ГМК впечатление отсутствия упорядоченного (как в саркомерах скелетной мышечной ткани) расположения. Тем не менее, определенная структурированность акто-миозиновых фибрилл в саркоплазме ГМК позволяет говорить об наличии в ГМК аналога саркомерной организации сократимого аппарата.

Механизм сокращения гладкой мускулатуры. Поскольку во всех мышечных тканях управляющими сигналами для начала процесса сокращения являются концентрация ионов Са+2 в саркоплазме мышечного волокна или клетки, а также их тип иннервации, то сначала надо рассмотреть эти вопросы.

Источники повышения уровня ионов Са+2 в ГМК. Ионы Са+2 поступают в саркоплазму гладкомышечной клетки по нескольким путям (рис. 5):

Из цистерн гладкого эндоплазматического ретикулума (L-система). В мембранах **кавеол** располагаются **потенциалзависимые дигидропиридин-чувствительные, кальциевые каналы L-типа**, через которые могут проходить ионы Са+2. В ряде мест мембраны кавеол тесно сближаются (до

20 нм) с мембранами гладкого ретикулула, где встроены **рианодиновые рецепторы саркоплазматического ретикулула**. В гладкой мышце обнаружены рианодиновые рецепторы **RyR3** типа. Они активируются ионами Ca^{2+} , поступающими через дигидропиридиновые каналы. При этом ионы Ca^{2+} выходят из ретикулула в саркоплазму ГМК (рис. 5, цифра 1).

Из межклеточных пространств через **потенциалзависимые L- Ca^{2+} ионные каналы** в сарколемме ГМК в ответ на деполяризацию мембраны ГМК (рис. 5, цифра 2).

Из межклеточных пространств через **лигандзависимые Ca^{2+} ионные каналы** в

сарколемме ГМК. Лигандами могут быть нейромедиаторы, гормоны, биологически активные вещества. Среди них можно отметить адреналин, норадреналин, серотонин, ангиотензин, вазопрессин, окситоцин, половые гормоны, нейропептид Y, оксид азота, гистамин, брадикинин и ряд других (рис. 5, цифра 3).

Через систему сопряженного **$\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ транспорта**. Молекулы $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ транспортера, встроенные в мембрану ГМК, служат для закачки 3 ионов Na^{+} в клетку и вывода 2 ионов Ca^{2+} из клетки, но при определенных условиях (повышение уровня

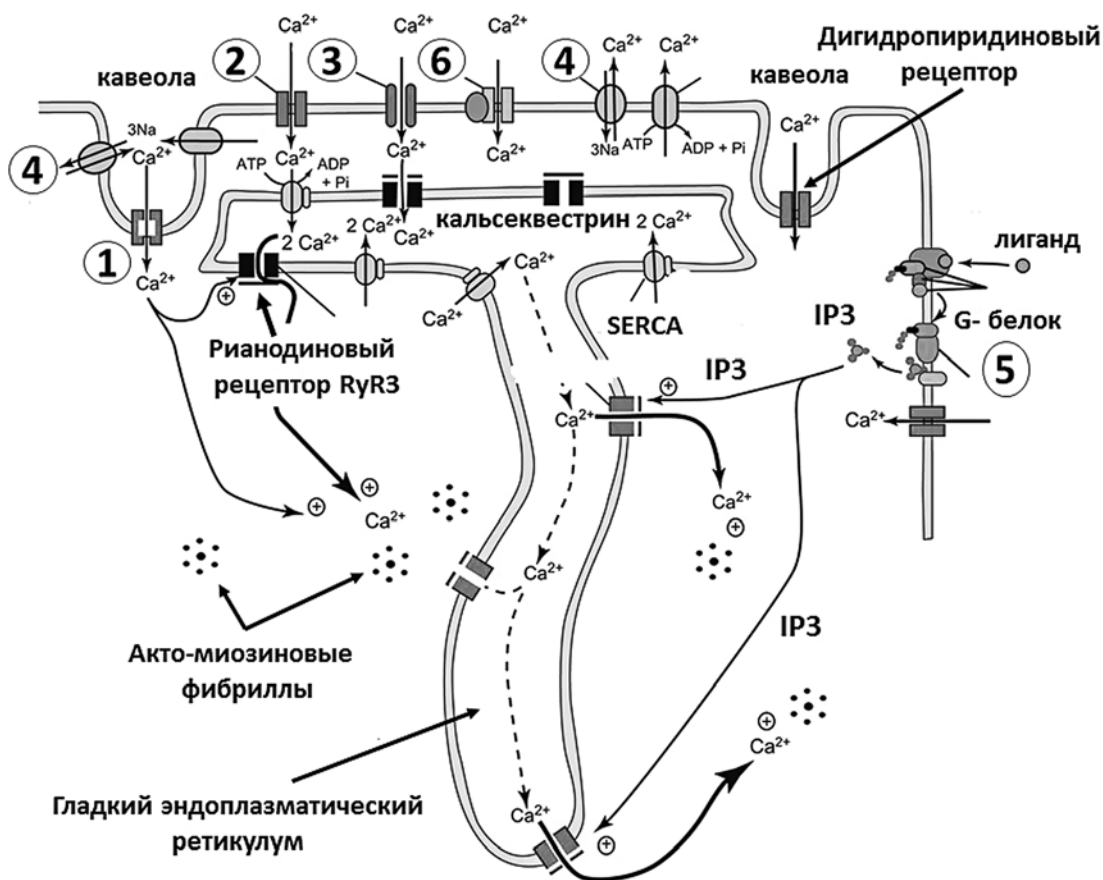


Рис. 5. Схема различных путей транспорта ионов Ca^{2+} в гладкой мышце (по: Feher, 2007 с изменениями). Объяснения в тексте

клеточном пространстве) может произойти **инверсия потока ионов кальция** назад в клетку (рис. 5, цифра 4). Кальций также может выводиться из клетки в **помощью Ca^{+2} зависимой АТФ-азы**.

Действие гормона или нейромедиатора на соответствующий рецептор в наружной мембране ГМК вызывает активацию мембранного **G-белка** и сцепленной с ним мембранной **фосфолипазой C**. Этот фермент специфично расщепляет мембранный липид фосфоинозитол-4,5-бисфосфат с образованием двух соединений: инозитол-1,4,5-трифосфата (InsP3) и диацилглицерола. Инозитол-трифосфат взаимодействует с рецепторами на мембранах гладкого ретикулума. При взаимодействии InsP3 с активным центром рецептора открывается так называемый **InsP3-активируемый Ca^{+2} -канал**. Ионы Ca^{+2} выходят из цистерн гладкого ретикулума в саркоплазму ГМК. Важно отметить, что именно этот механизм поступления Ca^{+2} в саркоплазму является основным для ГМК (рис. 5, цифра 5).

В сарколемме ГМК есть механочувствительные Ca^{+2} ионные каналы, активация которых индуцируется растяжением или деформацией мембраны (**stretch активируемые SAC-каналы**) (рис. 5, цифра 6).

Небольшое количество ионов кальция Ca^{+2} находится в митохондриях, откуда они также могут попасть в саркоплазму ГМК и обратно.

Таким образом, мы видим, что имеется несколько механизмов повышения уровня ионов Ca^{+2} в саркоплазме ГМК, необходимых для инициации процесса сокращения.

Иннервация гладкой мышечной ткани. Гладкая мускулатура иннервируется вегетативной нервной системой. Аксоны постганглионарных моторных нейронов входят в пучки ГМК, формируя по своему ходу мно-

гочисленные расширения (**варикозности**) (рис. 1). При этом прямого контакта нервных волокон с мышечными клетками, как в скелетной мускулатуре, не формируется. Медиаторы, находящиеся в синаптических пузырьках варикозностей, выходят в межклеточные пространства и могут взаимодействовать с множеством ГМК. Такие контакты получили наименование «synapses en passant».

Симпатическая иннервация осуществляется через варикозные расширения постганглиональных волокон, выделяющих катехоламины (адреналин, норадреналин), которые взаимодействуют с адренорецепторами в мембране ГМК. Медиатор действует через систему метаболитных α - и β -адренорецепторов, в каждом из которых существуют подтипы α_1 , α_2 , β_1 , β_2 , β_3 [4, 6]. В разных органах гладкие мышцы имеют разные рецепторы: α_1 -рецепторы присутствуют на ГМК кровеносных сосудов, в сфинктерах ЖКТ, мышечной оболочке мочевого пузыря, мышцах радужки глаза, мышцах волосных фолликулов; α_2 -рецепторы обнаружены в мышечной оболочке органов ЖКТ; β_2 -рецепторы есть в гладких мышцах бронхов и в стенке ЖКТ. Эффект действия одного и того же медиатора на ГМК может быть противоположным и зависит от типа рецептора: например, активация α_1 -рецепторов вызывает сокращение ГМК, а α_2 -рецепторов — расслабление.

Парасимпатическая иннервация осуществляется, в основном, через аксоны блуждающего нерва с использованием медиатора — **ацетилхолина**. Этот медиатор действует через целую систему холинорецепторов разного типа: метаболитные М-холинорецепторы и ионотропные N-холинорецепторы. Они также по разному распределяются на ГМК и могут вызывать разный физиологический ответ (сокращение — расслабление).

В окончаниях вегетативных волокон помимо основных нейромедиаторов может присутствовать целый ряд биологически активных веществ, так называемых **комедиа-торов**: АТФ, серотонин, NO, нейропептид-У, субстанция Р и ряд других. Они выделяются в межклеточные пространства и могут оказывать различное влияние на работу ГМК [2,6].

Гладкомышечные клетки, получающие одновременно такую прямую симпатическую и парасимпатическую нервную регуляцию, получили наименование «мультиуниполярные, или ключевые».

Мультиуниполярные ГМК составляют большинство клеток в мышечных слоях бронхов, крупных артерий, мышц радужной оболочки и ресничного тела глазного яблока. Однако не все ГМК получают прямую нервную регуляцию со стороны вегетативной нервной системы. В ряде органов встречаются мышечные пучки, в которых есть одиночные ГМК, активируемые нейромедиаторами, гормонами. Они после активации передают возбуждение множеству соседних клеток через систему нексусов — щелевых электрических контактов. Такие группы клеток работают как единое целое и получили наименование «**униполярные, или сопряженные**». Они встречаются в мышечных слоях стенки ЖКТ, матки, мочевого пузыря, средних и мелких кровеносных сосудов.

И наконец, в мышечных пучках есть ГМК, которые активируются механическим растяжением/деформацией мембраны через систему механо чувствительных **stretch активируемых SAC — каналов** (рис. 5, цифра 6). В мышечных слоях стенок внутренних органов встречаются все эти три типа ГМК и характер работы гладкой мускулатуры в том или ином органе определяется соотношением всех трех типов ГМК.

Основные этапы процесса сокращения гладкой мускулатуры

1. Инициация возбуждения ГМК, как отмечалось выше, может происходить несколькими путями: электро-химическим — через систему лиганд зависимых (медиаторы, гормоны, биологически активные вещества) ионных каналов; путем деполяризации мембраны через потенциал зависимые ионные каналы и дальнейшее распространение сигнала через нексусы; через механический сигнал растяжения мембраны (рис. 5).

2. Все эти действия приводят к значительному повышению концентрации свободных ионов Ca^{+2} в саркоплазме ГМК.

3. Ионы Ca^{+2} связываются с белком кальмодулином, формируя комплекс $4\text{Ca}^{+2} / \text{кальмодулин}$.

4. Этот комплекс подходит к молекулам миозина и активирует киназу легких цепей головки миозина — происходит их фосфорилирование (присоединение фосфорного остатка при распаде АТФ), приводящее к изменению конформации головок миозина.

5. Следствием таких конформационных изменений является значительное повышение АТФ-азной активности миозина, что приводит к взаимодействию миозина с актином.

6. Миозин связывается с актином.

7. Далее происходит взаимное скольжение нитей миозина и актина (с затратой энергии АТФ).

8. Поскольку актиновые фибриллы закреплены в плотных телах на мембране и в саркоплазме ГМК, то происходит ее сокращение. АТФ-азная активность миозина в гладкой мышечной клетке гораздо ниже, чем в скелетной, поэтому сокращение ГМК происходит медленнее.

По силе сокращения гладкие мышцы не уступают, а даже превосходят скелетные.

Такой тип сокращения ГМК получил наименование — **миозиновый** (рис.6).

Однако в гладкой мускулатуре существует и другой тип регуляции сокращения — **актиновый**.

1. В этом случае комплекс 4Ca^{2+} /кальмодулин связывается с вспомогательными белками на актиновых фибриллах — **каль-десмономили кальпонином**.

2. Эти белки в отсутствии Ca^{2+} блокируют взаимодействие актина и тропомиозина, который закрывает активные центры связывания актина с миозином.

3. Кальдесмон и кальпонин являются аналогами тропонина-С в скелетной/сердечной мышце. При взаимодействии с комплексом 4Ca^{2+} /кальмодулин они сдвигают молекулу тропомиозина на актиновой фибрилле, в результате чего на актине открываются центры связывания с миозином.

4. Одновременно идет активация миозиновой АТФ-азы и происходит сокращение.

Механизм расслабления гладкой мускулатуры

Наиболее эффективным способом расслабления гладких мышц является снижение концентрации свободного Ca^{2+} в саркоплазме. Это достигается несколькими способами.

Выведением избытка Ca^{2+} из клетки с участием $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ насоса (обменивается три иона Na^{+} на два иона Ca^{2+}) или с помощью Ca^{2+} -АТФ-азы с затратой АТФ (обменивается один ион H^{+} на один ион Ca^{2+}) (рис. 5, цифра 4).

Закачиванием Ca^{2+} в цистерны саркоплазматического ретикулума с помощью SERCA — кальцевого насоса. В процессе работы SERCA гидролиз одной АТФ сопровождается транспортом двух ионов Ca^{2+} в саркоплазматический ретикулум в обмен на два иона H^{+} . Далее ионы кальция в саркоплазматическом ретикулуме связываются со

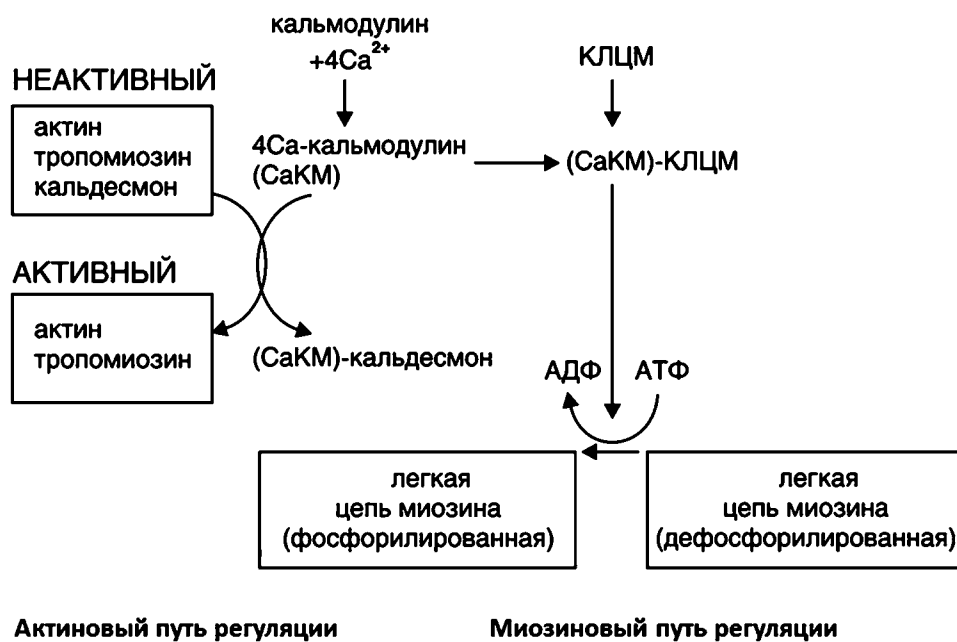


Рис. 6. Упрощенная схема миозинового и актинового путей сокращения гладкой мускулатуры (по: Терентьев, 2019, с дополнениями). Обозначения: КЛМЦ – киназа легких цепей миозина, CaKM – комплекс 4Ca^{2+} /кальмодулин

специфическими Ca^{2+} связывающими белками — кальсеквестрином/кальретикулином. Эти белки обладают огромной способностью связывать ионы Ca^{2+} : до 50 ионов на одну молекулу белка.

Вторым механизмом, приводящим к торможению процесса сокращения и расслаблению гладкой мускулатуры, является **инактивация киназы легких цепей миозина**. Для этого необходимо удалить фосфатный остаток с регуляторной легкой цепи миозина. Это происходит с участием другого фермента — фосфатазы легких цепей миозина. Дефосфорилированный миозин не способен осуществлять взаимодействие с нитями актина и наступает процесс расслабления. Это приводит к значительному уменьшению чувствительности легких цепей миозина к комплексу кальмодулин/ 4Ca^{2+} и его распаду. При этом также резко снижается АТФ-азная активность самого миозина и происходит расслабление ГМК.

Гистогенез и регенерация гладкой мускулатуры

Гладкая мускулатура позвоночных животных и человека имеет разнообразные источники развития в эмбриогенезе.

1. Основная масса гладкомышечных клеток (ГМК) происходит из мезенхимных клеток спланхической мезодермы и присутствуют в стенке полых органов пищеварительной, дыхательной, выделительной и половой систем.

2. Гладкомышечные клетки стенки сосудов также имеют мезодермальное происхождение, но из ее особого участка — мезенхимы кровяных островков.

3. Часть ГМК происходит из эктодермального зачатка (миоэпителиальные, мионейральные, миодермальные гладкомышечные клетки) [1,6].

Полагают, что гладкомышечная ткань, входящая в состав определенных органов

(сосудов, бронхов, кишечника), представляется собой в каждом случае определенный дифферон (тканевую систему), имеющую свою линию развития: от — стволовых и полустволовых клеток — предшественников до зрелых миоцитов (рис. 7).

Процесс развития в эмбриогенезе проходит в несколько этапов (стадий):

стадия I — недифференцированных мезенхимных предшественников (стволовые клетки), способных к размножению и последующей дифференцировке;

стадия II — премиобластов, миобластов и дифференцирующихся миоцитов. На этой стадии в клетках появляются миофибриллы, хорошо развит аппарат Гольджи и гранулярный эндоплазматический ретикулум. При этом клетки интенсивно делятся. Интересно отметить, что в митозе дезорганизация сократимого аппарата практически не происходит. В процессе дифференцировки в этот период происходит увеличение длительнос-

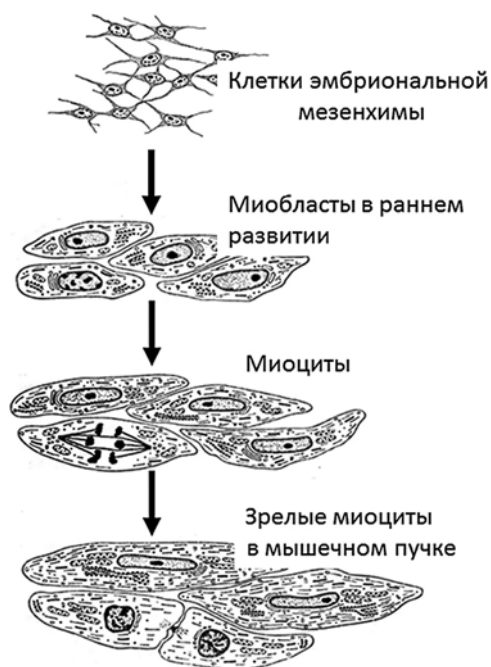


Рис. 7. Схема развития дифферона гладкой мускулатуры в эмбриогенезе

ти клеточного цикла делящихся клеток (в 1,5 раза) и постепенно увеличивается число клеток, выходящих в G0 стадию — т.е. завершающих дифференцировку;

стадия III — дифференцированных миоцитов. Происходит увеличение размеров клеток за счет развития сократимых элементов, клетки начинают объединяться сначала в небольшие группы (кластеры), затем во все более крупные скопления (пучки). Между клетками формируются система специализированных контактов — нексусов и синтезируется межклеточный матрикс. К кластерам и пучкам прорастают вегетативные нервные волокна;

стадия IV — стадия дифференцированной (взрослой) мышечной ткани.

Это происходит уже после рождения. Формируется мозаика клеточных типов ГМК в данном органе. Выделяют три морфо-функциональных субпопуляции клеток. Малые ГМК — отличаются высокой пролиферативной активностью и фактически являются депо малодифференцированных предшественников во взрослой ткани. Часть малых ГМК активно синтезируют белки и увеличиваются в размерах, превращаясь в средние ГМК — наиболее многочисленную и стабильную клеточную субпопуляцию. Они образуют основную массу гладкомышечной ткани органа. Большие ГМК — самые малочисленные. Они очень чувствительны к повреждающим факторам, сохраняют способность к однократному митозу и по сути являются этапом терминальной дифференцировки ГМК.

Гладкая мускулатура **способна к регенерации** за счет сохранения:

✓ пула малодифференцированных (мелких ГМК) в составе популяции и их способности к делению и дифференцировке;

✓ способности к незначительной пролиферации средних ГМК.

При повреждении гладкой мышечной ткани происходит не только усиление деле-

ния части малых и средних ГМК в несколько раз, но и гипертрофия сохранившихся ГМК за счет увеличения синтеза миофибриллярных белков и интенсификации общего обмена веществ в ГМК. Миосателлитов в гладкой мускулатуре не обнаружено.

Заключение. В противовес прежним представлениям гладкая мускулатура оказалась довольно сложной тканевой системой, не уступающей, а по многим параметрам и превосходящей скелетную и сердечную мускулатуру. Необходимо пересмотреть традиционный взгляд на строение и функционирование гладкой мышцы.

Литература

1. Быков В.Л. Гистология, цитология, эмбриология. М.: Гэстар-Медиа, 2022. 1032 с.
2. Бурганова Г.Р., Плюшкина А.С., Андреева Д.И., Гумерова А.А., Киясов А.П. Мышечная ткань. Казань: Казан. ун-т, 2018. 44 с.
3. Заварзин А.А. (мл) Сравнительная гистология. Учебник – СПб.: изд. СПб Университета, 2000. 520 с.
4. Обухов Д.К. Межнейронные контакты – сигналы: строение, функция и эволюция // Биология в школе. 2016. № 7. С. 3–12.
5. Обухов Д.К., Кириленкова В.Н. Клетки и ткани. М.: изд.Юрайт, 2022. 358 с.
6. Телина Э.Н., Хабибуллина Н.К., Зефирова А.Л. Гладкая мышца: современный взгляд на строение и механизмы функционирования. Казань: Арт-кафе, 2007. 126 с.
7. Терентьев, А.А. Биохимия мышечной ткани: учебное пособие. М.: РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 2019. 76 с.
8. Шубникова Е.А. Мышечные ткани. М.: Медицина, 2001. 320 с.
9. Feher J. Smooth Muscle In: Quantitative human physiology, Acad. Press, N-Y – 2017, p. 283-293. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800883-6.00028-8>
10. Ross, M. H., Pawlina, W. Histology: a text book and atlas: with correlated cell and molecular biology. Philadelphia: Williams & Wilkins – 2011. –974 p.

НАКОПЛЕНИЕ СВИНЦА, КАДМИЯ И ЦИНКА ПОЧВАМИ, ОРГАНАМИ *TUSSILAGO FARFARA*, *TANACETUM VULGARE*, *TARAXACUM OFFICINALIS* И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТЕНИЙ В ФИТОРЕМЕДИАЦИИ

ACCUMULATION OF LEAD, CADMIUM AND ZINC BY SOILS, ORGANS OF *TUSSILAGO FARFARA*, *TANACETUM VULGARE*, *TARAXACUM OFFICINALIS* AND THE POSSIBILITY OF USING PLANTS IN PHYTOREMEDIATION

Научная статья

Scientific article

УДК 57.04

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_21

А.Н. Ховрин,
кандидат педагогических наук, доцент МГПУ,
e-mail: hovrin.a@mgpu.ru,

И.В. Выродов,
ст. преподаватель МГПУ,

Е.А. Лебедева,
студентка МГПУ

A.N. Khovrin,
Ph.D., Associate Professor of the Department of
Biology and Human Physiology of MSPU,
e-mail: hovrin.a@mgpu.ru

I.V. Vyrodov,
Senior lecturer of the Department
of Biology and Human Physiology of the Moscow
State Pedagogical University,

E.A. Lebedeva,
MSPU student

Аннотация. В статье проводится анализ аккумуляции тяжелых металлов 1 класса опасности: свинца, кадмия в вегетативных и генеративных органах растений семейства Сложноцветные (Астровые) — *Tussilago farfara*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinalis* и использование растений для целей фиторемедиации

Abstract. The article analyzes the accumulation of heavy metals of hazard class 1: lead, cadmium in the vegetative and generative organs of plants of the Asteraceae family — *Tussilago farfara*, *Tanacetum vulgare*, *Taraxacum officinalis* and using the plants for phytoremediation purposes

Ключевые слова: фиторемедиация, тяжелые металлы, свинец, кадмий, почва

Keywords: phytoremediation, heavy metals, lead dandelion, cadmium, soil

© Ховрин А.Н., Выродов И.В., Лебедева Е.А., 2023

В условиях интенсивного техногенного загрязнения почв растения оказываются в крайних для существования условиях. На загрязненных территориях угнетается раз-

витие зональной растительности, вплоть до полного исчезновения. На почвах с высоким содержанием металлов формируются специфические сообщества. Растения очень чутко

реагируют на избыток или недостаток в среде химических элементов, что выражается в более или менее значительных изменениях элементного состава. На территориях, обогащенных тяжелыми металлами (ТМ), уровень содержания их в растениях выше, чем в зональной растительности.

В условиях активной антропогенной деятельности загрязнение природной среды тяжелыми металлами стало особенно острой проблемой и ее актуальность не вызывает сомнений. Для ТМ в принципе не существует надежных механизмов самоочищения. Металлы лишь перераспределяются из одного природного резервуара в другой, взаимодействуя с различными живыми организмами и повсюду оставляя видимые нежелательные последствия. Изучение толерантности растений к загрязненности почвы комплексом тяжелых металлов выполнено на растениях, повсеместно произрастающих в городах: *Tussilago farfara* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinalis* L..

Проведены исследования по изучению сопротивляемости растений к комплексной загрязненности почв тяжелыми металлами и особенностей их накопления в фитомассе в зависимости от уровня загрязненности почвы. В качестве теста выбраны растения семейства Астровые. В семействе 25 тыс. видов растений. Каждое десятое цветковое растение на Земле, растение семейства Астровые. Изучались растения, произрастающие в естественных условиях, в двух зонах: контроль, где растения не подвергались антропогенной нагрузке (лес, луг) и город с густой сетью автомобильных и железных дорог.

Растения, поглощая ТМ из загрязненных почв, накапливают их в своих органах. Разные виды растений имеют неодинаковую толерантностью к тяжелым металлам, что определяет видовой состав растений, произрастающих на загрязненных территориях. С

другой стороны, растения, поглощая и аккумулируя ТМ, тем самым могут снижать их содержание в почве (фиторемедиация), однако закономерности этих процессов недостаточно выяснены. Поэтому целью работы стало выяснение видового состава растений, преобладающих на загрязненных ТМ территориях г. Балашиха и определение накопления ТМ в их органах.

Цель: изучение накопления тяжелых металлов *Tussilago farfara* L. и *Tanacetum vulgare* L. и *Taraxacum officinale* L. возможность их использования в фиторемедиации.

Для реализации цели поставили **задачи:** исследовать биологию и экологию видов, отношения к тяжелым металлам, хозяйственное значение растений; исследовать аккумуляцию тяжелых металлов в вегетативных и генеративных органах растений и почвах; оценить возможность использования растений в фиторемедиации.

Объекты: почвы, вегетативные и генеративные органы покрытосеменных растений семейства Астровые: *Tussilago farfara* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinalis* L..

БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ОТНОШЕНИЕ К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Мать-и-мачеха обыкновенная — *Tussilago farfara* L.

Биология. Многолетнее раннецветущее травянистое растение. Стебель прямостоячий, 5–25 см высотой, шерстисто опушенный, более или менее густо покрыт яйцевидно-продолговатыми листовыми чешуями. Соцветие — одиночная корзинка, 2–2,5 см диаметром, при плодоношении поникающая. Листья прикорневые, появляющиеся при отцветании, округло-сердцевидные, выемчато-трубчатые, с нижней стороны — бе-

ло-войлочные, с верхней стороны — голые. Диаметр листовой пластинки до 20 см.

Ареал. Широко распространенный в Евразии вид, распространен в Северной Африке и занесен в Северную Америку. В России самое обычное растение, на всей территории, в том числе во всех среднероссийских областях.

Экология. Растение сырых местообитаний, растет на насыпях и в выемках железных и шоссейных дорог, на пустырях, карьерах, в оврагах, канавах, по берегам водоемов, на разных местообитаниях с нарушенным травянистым покровом.

Хозяйственное значение. Хороший медонос. Лекарственное растение. Цветки могут употребляться в пищу.

Отношение к тяжелым металлам. Встречается на участках, загрязненных As, Cd, Cu, Hg, Pb и Zn. Аккумулирует Cr, Cu, Fe, Ni, Pb и Zn. Гипераккумулятор Cd.

Пижма обыкновенная — *Tanacetum vulgare* L.

Биология. Многолетнее травянистое растение с прямостоячими стеблями высотой 40–120 см, листья очередные, длиной до 20 см, перисто-рассеченные. Цветки оранжево-желтые, трубчатые, собраны в соцветия корзинки, которые в свою очередь образуют общие верхушечные щитковидные соцветия.

Ареал. Растение с широким ареалом обитания, занимает многочисленные районы Евразии и Северной Америки. Разновидность с более крупными корзинками встречается в заполярье. В Средней России встречается во всех областях.

Экология. Произрастает на лугах, опушках, полянах, вырубках, среди кустарников, у дорог, по берегам водоемов.

Хозяйственное значение. Лекарственное. Может использоваться как пряность. В ряде стран культивируется как эфиромас-

личное растение. Надземные части пижмы обладают выраженными инсектецидными и репеллентными свойствами. Ядовито, не поедается позвоночными.

Отношение к тяжелым металлам. Устойчива к Ni и Zn при содержании до 10, к Pb — до 50 ПДК. Встречается на участках, загрязненных As, Cd, Cu, Hg, Pb и Zn. Аккумулирует Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb и Zn.

Одуванчик лекарственный — *Taraxacum officinalis* L.

Биология. Многолетнее травянистое растение. Листья собраны в розетку, из центра которой весной вырастают безлистные голые цветочные стрелки высотой 10–35 см, заканчивающиеся одиночным соцветием — корзинкой диаметром до 5 см листья варьируют по форме и размерам; обычно они ланцетные, продолговато-ланцетные, выемчато-перистонадрезанные или струговидные, длиной до 25 и шириной до 5 см во всех частях растения содержится млечный сок. Все цветки в корзинке язычкового типа, обоополье, золотисто-желтые. Плоды — серовато-бурые веретенообразные, семечки длиной до 5 мм с длинным тонким носиком и хохолком из белых мягких волосков.

Ареал. Евроазиатский вид, распространенный от средиземноморской до арктической климатической зоны и занесенный в Америку, Австралию, Южную Африку. В нашей стране распространен во многих регионах. В средней России встречается как самое обычное растение во всех областях.

Экология. Растет на лугах, в светлых лесах, опушках, полянах, садах, огородах, пустырях, вдоль дорог, на газонах.

Хозяйственное значение. Лекарственное. Хороший медонос. Пищевое. Красильное. Культивируемое. Кормовое. Сорное.

Отношение к тяжелым металлам. Устойчив к Co, Zn, Cu, при содержании до

10 ПДК. Гипераккумулятор Cd. Аккумулирует Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Mo, Pb, Sn, Zn. Способен к транслокации Cd, Cr, Cu, Pb, Zn, Fe от корней к листьям [2].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследования находится в 10 км к востоку от МГПУ корпуса ИЕСТ. Входит в состав Мещерской низменности. В Балашихинском городском округе расположена густая сеть автомобильных дорог. Две автомагистрали – Горьковское и Щелковское шоссе. Обе магистрали обладают низкой пропускной способностью, особенно проходя транзитный транспорт через город Балашиху. В утренние и вечерние часы наблюдаются большие скопления автомобилей до 4000 тыс. с 7:00–8:00 и 19:00–20:00. В районе проходят две железнодорожные магистрали на участке М. Курская-Балашиха, М. Курская-Железнодорожная. В 2023–2024 гг. планируется введение участка МЦД 4: Железнодорожная-Апрелевка. В районе проходят железнодорожные магистрали воинских частей в поселке Орджоникидзе, ж/д путь к АО/Криогенмаш, району Щитниково, автобазы вблизи Обьездного шоссе. В 2020 г. введен в эксплуатацию второй ж/д путь участка Балашиха — М. Курская. Почвы района дерново-подзолистые. За период с 2010–2023 гг. отмечаются сплошные и единичные санитарные рубки еловых лесов в Озерном лесопарке, мкр. Балашиха 3; мкр. Балашиха 2. Растут площади городской застройки. Отмечен прирост в микрорайоне Балашиха 1 (Первомайский); ул. Зеленая; Балашиха 3 Московский проезд, ул. Проспект Ленина, Балашиха 8 (Южный) улица Твардовского; Балашиха 2, улица 40 лет победы и Майкла Лунна, Заречная. Не эксплуатируются хлопкопрядильная и суточная фабрики. В 2017 г. построен на пере-

гоне улицы Шоссе Энтузиастов дублер Горьковского шоссе, предполагалось, что трасса улучшит транспортное сообщение. При этом весь город расположен в лесном массиве. Реконструирован Парк Пехорка. В округе протекают реки: Пехорка, Чернавка, Горенка, Малашка. На границе с Щелковским районом расположен Заказник Болото «Сетка» и национальный парк Лосиный остров. На одном из участков Щелковского шоссе, поселок Восточный, расположена Восточная станция водоподготовки «Мосводоканал», получающая Волжскую воду, которая затем проходит водоподготовку и поступает пригодной для питья населению Восточного Подмосковья. Леса находятся в угнетенном состоянии. Особую опасность представляют пожары, мусор, застройки территорий, сбор населением сырья: ягод, грибов, цветущих растений. В 2017 г. был закрыт полигон ТБО КУЧИНО, территория активно рекреационируется. В районе расположены две усадьбы: Горенки и Пехра-Яковлевское. Территорию второй усадьбы занимает (ВСХИЗО-РГАЗУ) ныне университет Вернадского. Здесь находится еще один крупный полигон ТБО Лисья Гора. Недалеко расположен Салтыковский зверосовхоз. Третья усадьба расположена в микрорайоне Кучино, г. Железнодорожный, деревня Фенино усадьба Троицкое-Кайнардж. Существовала Кучинская птицефабрика, и выведенная Кучинская порода кур двойного направления продуктивности. В районе построены три санатория профилактория: АО Криогенмаш, «Дружба» – Литейно-механического завода и дом отдыха Вешняки. В микрорайоне Железнодорожный функционирует санаторно-оздоровительный комплекс «Ревиталь».

Для изучения аккумуляции свинца и кадмия выбраны три растения, обыкновенно и повсеместно встречающиеся по обочинам дорог, отвалах, карьерах из семейства Астровые. Род мать-и-мачеха, пижма обычно-

венная, одуванчик лекарственный. Первое растение произрастает весной, второе — лето-осень, третье — весна-лето-осень. Сбор почвы производился методом конверта на глубине залегания корневой системы растений, в 10 точках, обнаружения растения вдоль автодороги и лесном фитоценозе. Собранные растения и почву доставляли в лабораторию кафедры биологии и физиологии человека, сортировали в бумажные конверты по органам и перевозили в Лабораторию ФГБУ ГЦАС «Московский» на анализ. Дважды за сезон производили отбор проб растений и почв. Пробоподготовка включала сушку сырья 30 ч. при температуре $\pm 105^{\circ}\text{C}$ с использованием сушильного шкафа, мокрую минерализацию проводили пероксидом водорода и азотной кислотой в соотношении 4:6, при заданном давлении СВЧ печи в фторопластовых стаканах, с температурой разложения органического материала 100°C в течение 40 минут. Тяжелые металлы в почвах и растительном сырье определяли методом атомной-абсорбционной спектроскопии ААС — метод (ГОСТ Р55447-2013) [6], на спектрометре AA-7000«Shimadzu». При обработке полученных данных использовали общепринятую методику математической статистики, изложенную в работе.

Результаты и их обсуждение. Выявлены родовые особенности, в зависимости от мест

произрастания. Отмечаются различия в аккумуляции свинца, кадмия и цинка в контрольном участке и подверженному загрязнению автотранспортом. Результаты анализа эксперимента, проводимого на растениях и почвах города, показали, что различия между содержанием свинца в разные годы не случайно. Исследование проводилось в период с 2021–2023 гг. Средние данные по свинцу приведены в таблице 1. Это связано, с тем, что с каждым годом число легковых автомобилей увеличивается. При этом на опытном участке в 2022 г. были удалены деревья *Populus tremula*, которые широко высаживались в 1960–1970 гг. в Москве и ближайшем Подмоскowie — лесозащитный пояс г. Москвы. Здесь возможна только санитарная и выборочная рубка по согласованию. Сила влияния различий по годам оказалась высокой для токсичного свинца — 89,1 и 94,5 соответственно, по кадмию 93,2 и 95,8 в 2021 и 2022 годах.

Среднее содержание свинца в растении мать-и-мачехи у дороги 3,9 мг/кг, на контрольном участке 1,5 мг/кг; для пижмы соответственно 3,3 мг/кг и 3,3 мг/кг, одуванчика — 9,1 мг/кг и 11,9 мг/кг. Наибольшее содержание свинца загрязненного участка на сухую массу выявлено у одуванчика лекарственного, наименьшее у пижмы обыкновенной. Уменьшение свинца на контрольном

Таблица 1

Аккумуляция свинца в почвах, вегетативных и генеративных органах *Tussilago farfara* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinalis* L.

Растения	<i>Tussilago farfara</i> L.		<i>Tanacetum vulgare</i> L.		<i>Taraxacum officinalis</i> L.	
Почва/органы	Обочина дороги	Контроль	Обочина дороги	Контроль	Обочина дороги	Контроль
Почва	11,3	5,1	19,3	10,0	15,9	13,4
Корень	5,2	2,0	3,1	3,4	16,9	13,0
Стебель	5,6	1,3	3,3	3,1	3,8	13,8
Цветок	0,9	1,2	3,5	3,4	6,8	9,1
ПДК почвы	6,0 мг/кг					

ном участке отмечено у мать-и-мачехи по сравнению с одуванчиком в 7,9 раза, с пижмой в 3,6 раза. Предположительно растением накопителем среди изученных в семействе Астровые следует считать одуванчик, растением исключителем пижму обыкновенную.

На основе анализа значений коэффициентов биологического поглощения тяжелых металлов был построен эмпирический ряд их накопления фитомассой. Концентрация свинца изменялась в ряду корень→стебель→цветок. С увеличением свинца в почве, интенсивность поглощения возрастала. Установлена сезонная зависимость аккумулирующей способности растений. Наиболее интенсивно шел процесс биоконцентрирования свинца растением мать-и-мачехи, пижмы в летний и осенний периоды, одуванчиком в осенний период. В течение всего периода вегетации в корнях содержание свинца к осени, наоборот, уменьшалось.

Одна из причин высокого содержания свинца в начале и в конце вегетационного периода — поглощение по безбарьерному типу, наблюдающегося до начала дифференциации побега на лист и стебель. Вторая причина связана с «эффектом разбавления» [Ильин, 1991]. Отметим, что показатели динамики свинца в изученных растениях, соответствуют приводимым в литературе сведениям, но отмечают и исключения.

Мать-и-мачеха. 1 участок: корень→стебель→цветок: 2,17→2,01→12,5; контроль 2,55→3,9→4,25.

Пижма обыкновенная. 1 участок: 6,22→5,84→5,51; контроль 2,94→3,22→2,94.

Одуванчик. 1 участок: 0,94→4,1→2,33; контроль 1,03→0,97→1,47.

Наибольший коэффициент биологического поглощения отмечен для мать-и-мачехи у цветка 12,5 на загрязненном 1 участке, наименьший для одуванчика 2,33, у пижмы он

составляет 5,51. В сравнении с контрольным 2 участком коэффициент поглощения свинца для цветка у мать-и-мачехи снижается в 2,9 раза, у пижмы в 1,87 раза, у одуванчика в 1,58 раз. Наименьшее количество свинца выявлено при поглощении для корней у одуванчика для 1 участка и наибольшее для пижмы обыкновенной в 6,6 раза. На 2 контрольном участке наименьшее содержание свинца в корнях, стеблях и цветках определено у одуванчика по сравнению с испытываемыми растениями.

Тестируемые растения интенсивно поглощали из почвы свинец. Свинец более прочно удерживается почвенно-поглощающим комплексом, поэтому его транслокация в растения происходит менее активно. Концентрация свинца возрастает с увеличением уровня загрязненности почвы тяжелыми металлами. При этом концентрации элемента не выходят за пределы ПДК.

Среднее содержание кадмия в сухом веществе мать-и-мачехи — 0,70 мг/кг, на 2 участке — 0,77 мг/кг. Для пижмы на 1 участке — 0,28 мг/кг, 2 участок — 1,03 мг/кг. Одуванчик — 0,45 мг/кг и 0,36 соответственно. Наибольшая концентрация кадмия отмечалась для почв 1 участка в месте произрастания мать-и-мачехи. Хотя корни одуванчика из остальных растений накапливали выше кадмия — 0,95 мг/кг и отличались от мать-и-мачехи в 1,3 раза. Для контроля по кадмию корни мать-и-мачехи аккумулировали 1,14 мг/кг, что в 7 раз больше варианта у одуванчика. Для стеблей на 1 участке отмечалось снижение концентрации кадмия у *Tanacetum vulgare* L., по отношению к *Tussilago farfara* L. в 3,6 раза. На 2 участке превышение кадмия в стеблях выявлено у *Tanacetum vulgare* L., наименьшее количества кадмия обнаружено в стеблях на 2 участке у *Taraxacum officinalis* L.. По цветку для *Tanacetum vulgare* L. концентрация кадмия составляет 0,16 мг/кг, *Taraxacum officinalis* L. —

Таблица 2

Аккумуляция кадмия в почвах, вегетативных и генеративных органах *Tussilago farfara* L.,
Tanacetum vulgare L., *Taraxacum officinalis* L..

Растения	<i>Tussilago farfara</i> L.		<i>Tanacetum vulgare</i> L.		<i>Taraxacum officinalis</i> L.	
Почва/органы	Обочина дороги	Контроль	Обочина дороги	Контроль	Обочина дороги	Контроль
Почва	0,72	0,64	0,49	0,24	0,36	0,23
Корень	0,70	1,14	0,29	0,61	0,95	0,16
Стебель	0,69	0,71	0,19	2,16	0,21	0,61
Цветок	0,71	0,62	0,16	1,12	0,28	0,44
ПДК почвы	0,30 мг/кг					

0,28 мг/кг, *Tussilago farfara* L. — 0,71 мг/кг для 1 зоны. При удалении от источника загрязнения только у *Tussilago farfara* L. в 1,1 раз уменьшается содержание кадмия. Для других растений на 2 участке отмечается увеличение содержания кадмия в 2 раза.

Коэффициенты биологического поглощения, рассчитанные для кадмия, позволили построить ряд корень→стебель→цветок для *Tussilago farfara* L.: 1,02→1,04→1,01, 2 участок 0,56→0,90→1,03. *Tanacetum vulgare* L.: 1,68→2,57→3,06 и 2 зона — 0,39→0,11→0,21. *Taraxacum officinalis* L. — 1 участок: 0,37→1,71→1,28 и 2 участок — 1,43→0,37→0,52. Наименьшие биологические коэффициенты отмечены

для 2 участка для *Tanacetum vulgare* L., наибольшие для 1 участка.

Среднее количество цинка в растении *Tussilago farfara* L. в 1 участке 60 мг/кг, во 2 участке — 35 мг/кг. У *Tanacetum vulgare* L. 85 мг/кг и 42 мг/кг соответственно. По *Taraxacum officinalis* L. 49,5 мг/кг и 33,25 мг/кг. Наибольшее количество металлического цинка отмечено в органах *Tanacetum vulgare* L. при этом на 1 участке больше цинка концентрируются в корнях у *Taraxacum officinalis* L., наименьшее у *Tanacetum vulgare* L. на 2 участке корни *Taraxacum officinalis* L. накапливают цинка в 1,32 раза больше такового *Tussilago farfara* L.. Стебли *Tussilago farfara* L. 1 участка в 3,08 раза боль-

Таблица 3

Аккумуляция цинка в почвах, вегетативных и генеративных органах *Tussilago farfara* L.,
Tanacetum vulgare L., *Taraxacum officinalis* L..

Растения	<i>Tussilago farfara</i> L.		<i>Tanacetum vulgare</i> L.		<i>Taraxacum officinalis</i> L.	
Почва/органы	Обочина дороги	Контроль	Обочина дороги	Контроль	Обочина дороги	Контроль
Почва	54	23	154	33	55	28
Корень	59	37	48	47	65	49
Стебель	77	32	60	35	25	23
Цветок	50	48	78	56	53	33
ПДК почвы	23,0 мг/кг					

ше концентрируют цинка, чем *Taraxacum officinales* L.. По 2 участку накопление цинка растениями существенно не отличается. В загрязненной поллютантами зоне цветки *Tanacetum vulgare* L. аккумулируют цинка в 1,56 раза больше, чем *Tussilago farfara* L.. На контрольном участке цветки *Taraxacum officinales* L. содержали цинка в 1,69 меньше, чем цветки *Tanacetum vulgare* L.. Рассчитав коэффициенты биологического поглощения цинка, получили для *Tussilago farfara* L. следующий ряд на 1 участке: 0,91→0,70→1,08 и 2 зона: 0,62→0,71→0,47. Для *Tanacetum vulgare* L. 3,2→2,56→1,97 и 0,70→0,94→0,58 соответственно. У *Taraxacum officinalis* L.: 0,84→2,2→1,03 и 0,57→1,21→0,84.

Показатели ПДК почв автодороги для тяжелых металлов обнаружили превышение свинца по мать-и-мачехи в 2 раза, для пижмы и одуванчика в 3 раза. В контроле только у одуванчика и пижмы показатель свинца превышал в 2 раза ПДК. Для кадмия на 1 участке превышение ПДК по мать-и-мачехе и одуванчику увеличивался в 2 раза. В контрольной зоне превышение ПДК в 2 раза отмечено у мать-и-мачехи. Превышение цинка в 2 раза обнаружено в почвах с произрастанием мать-и-мачехи и одуванчика, для пижмы обыкновенной в 7 раз. На контрольном участке допустимых превышений ПДК почв по цинку не выявлено.

Выводы

1. Опытные растения принадлежат к группе гемикриптофитов, гелиофитов, мезофитов, травянистых многолетних растений семейства Астровые, с соцветием корзинка. Насекомоопыляемые. Растут на умеренно увлажненных почвах и не избирательны к почвам. В городах встречаются по щебнистым склонам железных дорог, обочинам автомобильных дорог.

2. Виды *Tussilago farfara* L., *Tanacetum vulgare* L., *Taraxacum officinalis* L. различаются уровнем накопления свинца, кадмия,

цинка. Наибольшее содержание свинца обнаружено в почвах у обочины автодороги, в месте произрастания пижмы обыкновенной, наименьшее у мать-и-мачехи обыкновенной. Контрольная точка содержала свинца больше в почвах с одуванчиком лекарственным.

3. Растения *Tussilago farfara* L., *Tanacetum vulgare* L. и *Taraxacum officinalis* L. могут использоваться в качестве фиторемедиантов. Наибольшей способностью к накоплению свинца в корнях, переходящего из почвы является *Taraxacum officinalis* L..

Литература

1. Алексеева-Попова Н.В. Накопление цинка, марганца, железа в растениях при разном уровне меди в среде // Растения в экстремальных условиях минерального питания / Под ред. М.Я. Школьника, Н.В. Алексеевой-Поповой. Л.: Наука, 1983. С. 54–64.
2. Атлас растений фиторемедиантов / Л.В. Панченко [и др.]. Саратов: Науч. кн., 2015. 559 с.: цв. ил.
3. Башмаков Д.И., и др. / Поглощение и накопление тяжелых металлов загрязненных местообитаний. / Башмаков Д.И., Лукаткин А.С., Чернышова Л.А. современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства, 2004.
4. Кропова Ю.Г. и др. Влияние транспортно-дорожного комплекса на загрязнение почв и растений тяжелыми металлами. Вестник НГАУ. 2021; (4): 36–44.
5. Металлы в объектах окружающей среды и методы их обнаружения/В.А. Андрианов, Е.Г. Булаткина, Л.А. Морозов. Астрахань: Издатель Соколин Роман Васильевич, 2017. 104 с.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства/ЦИНАО. М., 1992. 62 с.
7. Суматохин С.В. Биологическое образование на рубеже XX–XXI веков: Монография. М.: Школьная Пресса, 2021.

8. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1.
9. Выродов И.В. Редкие растения во флоре города Балашиха // Биология в школе. 2020. № 5. С. 7.
10. Новолодская Е.Г. Методика проведения экологического мониторинга лесного фитоценоза // Биология в школе. 2020. № 5. С. 42.
11. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла // Биология в школе. 2021. № 3. С. 43.
12. Бережная О.В. Внеклассная работа как форма развития исследовательских умений школьников в процессе обучения биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 76.
13. Семенов А.А. Развитие естественно-научной грамотности посредством учебных исследований по биологии // Биология в школе. 2021. № 4. С. 59.
14. Борзова З.В. Возможности внеурочной деятельности для формирования естественно-научной грамотности школьников // Биология в школе. 2022. № 7. С. 24.
15. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1. С.15.
16. Зубков Н.В., Зубкова В.М. Токсикологические свойства Pb и Cd и их баланс в системе почва–растение при внесении удобрений // Биология в школе. 2019. №4. С.10.
17. Новолодская Е.Г. Методика проведения экологического мониторинга лесного фитоценоза // Биология в школе. 2020. № 5. С. 42.
18. Ермаков Д.С. Охрана окружающей среды и формирование экологической культуры населения в Конституции Российской Федерации // Биология в школе. 2020. № 8. С. 40–47.
19. Выродов И.В., Ховрин А.Н. Использование метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии в проектной деятельности по биологии и экологии // Биология в школе. 2022. № 8. С.67.
20. Галкина Е.А., Азарова Л.В. Проектно-исследовательская деятельность учащихся как условие формирования естественно-научной грамотности // Биология в школе. 2022. № 5. С. 58.
21. Власова Е.А., Сухорукова Л.Н. Проблема сохранения биоразнообразия в содержании общего биологического образования // Биология в школе. 2021. № 4. С. 18.
22. Лукашук О.Н., Кулягина Г.П., Опарин Р.В., Букарев Р.В. Сложные вопросы курса биологии: подходы к решениям // Биология в школе. 2021. № 6. С. 30.
23. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Объяснение как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 25.
24. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Понимание как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 39.
26. Серовайская Д.Е., Суматохин С.В. Творческие способности: методы и приемы их развития при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 18.
27. Барсукова Т.В., Сухлоев М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.
28. Сухорукова Л.Н., Морсова С.Г., Ткач М.Г. Проблема формирования естественно-научной грамотности и содержание основного общего биологического образования // Биология в школе. 2022. № 4. С. 21.
29. Крылова Т.Ю., Сухорукова Л.Н. Применение дискуссионной образовательной технологии в процессе обучения курсу общей биологии // Биология в школе. 2020. № 2. С. 9.
30. Суматохин С.В., Ногербек А.Д., Чилдибаев Ж.Б. Формирование креативности у будущего учителя биологии // Биология в школе. 2022. № 8. С. 46.



МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

Биология в школе. 2023. № 7 С. 30–36

Biology at school. 2023. № 7 P. 30–36

КЛИПОВОЕ МЫШЛЕНИЕ И ЧТЕНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПРИ ОБУЧЕНИИ БИОЛОГИИ

CLIP THINKING AND READING FICTION WHILE TEACHING BIOLOGY

Методическая статья

Methodological article

УДК 37.012.8

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_30

С.В. Суматохин,
доктор педагогических наук, профессор
МГПУ,

S.V. Sumatokhin,
Ph.D., Professor of the Moscow City University

М.Е. Уварова,
магистрант МГПУ, учитель биологии
школы № 777 Москвы,
e-mail: marina-uvanova.Info@yandex.ru

M.E. Uvarova,
1st year master's student at Moscow City
University, teacher of biology at school № 777
Moscow,
e-mail: marina-uvanova.Info@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности клипового мышления. Для преодоления недостатков этого мышления при обучении биологии предлагается использовать произведения художественной литературы. Осмысленное чтение позволяет формировать у учащихся читательские интересы, расширять кругозор, развивать любознательность, что позитивно сказывается на мышлении, эстетическом и духовно-нравственном воспитании школьников

Abstract. The features of clip thinking are considered. To overcome the shortcomings of this thinking, it is proposed to use works of fiction when teaching biology. Meaningful reading of these works allows students to form reading interests, broaden their horizons, develop curiosity, which has a positive effect on the thinking, aesthetic and spiritual and moral education of students

Ключевые слова: клиповое мышление, произведения художественной литературы, осмысленное чтение, эстетическое воспитание, патристическое воспитание, духовно-нравственное воспитание

Keywords: clip thinking, works of fiction, meaningful reading, aesthetic education, patriotic education, spiritual and moral education

© Суматохин С.В., Уварова М.Е., 2023

Специалисты отмечают, что в цифровом веке у подрастающего поколения и молодежи формируется клиповая культура. Этот термин предложил американский философ Элвин Тоффлер при описании культуры развитых стран, определяемую преобладанием способа представления и

восприятия информации, свойственного для средств массовой коммуникации. Рассматривая особенности мышления человека, относящегося к клиповой культуре, многие отечественные ученые используют понятие клиповое мышление. Человек с таким мышлением воспринимает информа-



цию фрагментарно, через яркие образы и короткие форматы. Он не может сосредоточиться и постоянно переключается с одной информации на другую из-за поверхностного погружения в ее суть. Признаки клипового мышления – краткость, быстрота, визуальность и интенсивность.

Клиповое мышление предполагает сжатое изложение информации в короткие, ёмкие фрагменты, чаще всего представленные в виде изображений или видео. Мыслящий клипами человек стремится выразить свои мысли и идеи максимально лаконично и ёмко. Он способен быстро переключаться с одной идеи на другую, не задерживая долго внимание. Вместо глубокого и долгого размышления о теме, клиповое мышление ориентировано на мгновенную усвояемость информации и быстрое переключение на новые идеи.

Клиповое мышление может быть полезным при работе с большим объемом информации или при необходимости быстрого принятия решений. К его достоинствам можно отнести творческий подход и развитие интуиции, так как данный тип мышления позволяет увидеть связи и ассоциации между различными концепциями и идеями. Клиповое мышление помогает легче запоминать информацию за счет того, что позволяет создавать визуальные образы, которые запоминаются лучше, чем абстрактные понятия.

Российский культуролог Константин Фрумкин выделяет пять предпосылок появления клипового мышления:

1. Увеличение количества дел, которыми человек может заниматься одновременно.
2. Потребность в новой актуальной информации и скорости ее получения.
3. Возрастание информационного потока, связанного с развитием технологического прогресса.
4. Увеличение разнообразия поступающей информации.

5. Рост диалогичности на разных уровнях социальной системы.

К этим предпосылкам следует добавить то, что человечество постоянно наращивает темпы технического и интеллектуального совершенствования, способствующие развитию современного мира. Многие виды работ связаны с сетевыми ресурсами и Интернетом, которые помогают напрямую сотрудничать и общаться людям из разных частей планеты.

Есть и иная точка зрения. Она связана с утверждением о том, что клиповые характеристики понимания, восприятия, сознания современных людей являются восстановлением естественных процессов в психике человека. Российский педагог В.М. Букатов считает, что первые отдельные успехи по устойчивому оживлению прежнего «докнижного» стиля в культурном укладе общества возникли задолго до появления социальных сетей и компьютерных игр. Исходя из данной точки зрения, ученые предполагают, что человечество вновь столкнулось с законом цикличности природных явлений.

Клиповое мышление наиболее распространено среди подрастающего поколения, которое выросло в эпоху Интернета и быстрого доступа к информации. Такое мышление может приводить к таким негативным последствиям как ограниченная способность к глубокому анализу, поверхностность, зависимость от визуальной стимуляции. Постоянное переключение на новую информацию может привести к снижению вниманию и концентрации. Учащиеся могут испытывать трудности с удержанием внимания на одной задаче или информации в течение продолжительного времени.

Клиповое мышление ориентировано на быстрое переключение идей. Из-за быстроты и краткости мышления, школьники могут склоняться к поверхностному анализу информации. Они не могут уделять доста-

точного внимания деталям и контексту, что может привести к неполным или искаженным представлениям.

Клиповое мышление часто связано с визуальным представлением информации. Это может привести к зависимости от визуальных стимулов и затруднить способность подростков анализировать и обрабатывать информацию, которая не представлена визуально. Разделяем мнение Л.М. Равковой и Н.В. Дунаевой о том, что в медиапространстве можно наблюдать процесс неудержимого перехода от словесного языка к иконному, основанному не на тексте, а на изображении. Это влечет за собой сокращение сферы слов в жизненном пространстве человека. Явление преобладания видеосферы приводит к тому, что представители молодого поколения уходят от культуры чтения к культуре просмотра.

Проведенные исследования показывают, что некоторым детям трудно длительное время фокусировать свое внимание на одной деятельности из-за клипового мышления. Помимо низкой концентрации внимания, которая мешает выполнять работу, требующую усидчивости, появляется трудность в обучении и усвоении информации, а также поверхностное восприятие, которое может привести к неспособности анализировать ситуацию и делать выводы.

Поэтому следует преодолевать негативные последствия клипового мышления. Необходимо устраивать отдых от гаджетов, предпочитая читать произведения художественной литературы, рисовать или устраивать небольшие путешествия. Необходимо вырабатывать у учащихся привычку ежедневно читать не менее 15 минут.

Следует обратить внимание на развитие аналитических навыков. Для этого нужно формировать умение углубляться в проблему, а не останавливаться на поверхности. Для этого следует стараться разобраться в

деталях, исследовать различные аспекты, чтобы в дальнейшем получить более полное понимание решения поставленной задачи. Необходимо общаться с другими людьми и расширять свой кругозор. Это позволит узнать о перспективных идеях, проверить свои предположения.

Помогать учащимся в этом и служить примером должны родители. Усвоение моральных норм и образцов поведения начинается в раннем детстве на основе подражания, а обучение в школе усиливает данный процесс. Учитель должен помочь родителям осознать то, что они ответственны за воспитание детей и семья должна быть для взрослого ребенка образцом морали.

Родителям и учителям важно уделять внимание духовно-нравственному и эстетическому воспитанию подрастающего поколения. Это воспитание выражается в формировании у человека ценностей, моральных принципов и норм поведения, которые направлены на развитие его духовного потенциала и способствуют гармоничному развитию личности.

Духовно-нравственное воспитание направлено на формирование у школьников понимания и уважения к основным нравственным принципам, таким как честность, толерантность, сострадание, справедливость и другие. Такое воспитание развивает эмоциональную и социальную компетентности, формирует духовные ценности. Цель духовно-нравственного воспитания – формирование личности, способной к принятию ответственных решений, проявлению нравственного поведения в любой жизненной ситуации.

Отдельно отметим формирование у учащихся способности к самоанализу, самокритике, саморазвитию. В дальнейшем это поможет им стать более ответственными и дисциплинированными. Развитие творческого потенциала является важным аспектом

эстетического воспитания, способствующий формированию творческого мышления, воображения и способности к самовыражению через искусство, литературу, музыку и другие формы творчества.

Для преодоления недостатков клипового мышления и духовно-нравственного воспитания детей предлагаем акцентировать внимание на осмысленном чтении произведений художественной литературы, так как они способствуют глубокому, личностному освоению ценностей, поскольку в процессе восприятия художественного текста участвуют разум и чувство, происходит нравственное развитие личности.

Язык словесного искусства воздействует на воображение и чувства читателя, характеризуется образностью, эмоциональностью. Главная функция языка художественной литературы — эстетическая. С этой целью в нем могут использоваться не только функциональные разновидности литературного языка, но и нелитературные элементы: диалекты, просторечие, жаргонизмы. Вся организация языковых средств в художественной литературе подчинена не просто передаче содержания, а передаче его художественными средствами.

При обучении биологии знакомство учащихся с произведениями художественной литературы (рассказами, повестями, романами), содержащими описания биологических объектов и явлений позволяет развивать у школьников любовь к живому, формировать интерес к изучению природы. Например, бабочки были источником радости и вдохновения русских поэтов Василия Жуковского, Афанасия Фета, Ивана Бунина, Арсения Тарковского. Восхитительно-прекрасные описания бабочек создал писатель Владимир Набоков.

О необходимости создания ярких, красочных образов природы на уроках для лучшего восприятия учебного материала

писал Н.В. Гоголь. Такие образы писатель рекомендовал искать в произведениях путешественников. Н.А. Добролюбов, Д.И. Писарев, М.А. Соломович и другие литераторы придавали большое значение яркому, занимательному изложению материала с использованием художественных образов. Практика показала, что интегрированные уроки биологии с использованием произведений художественной литературы дают положительные результаты. Такие уроки расширяют кругозор и лексикон, формируют читательские интересы, влияют на скорость чтения, развивают любознательность.

Один из важных результатов обучения биологии — овладение навыками осмысленного чтения. Оно подразумевает освоение способов деятельности, связанных с пониманием текстов различного содержания, жанров, а также применение полученных знаний в различных жизненных ситуациях. Чтение художественной литературы не только благотворно влияет на ученика, делая его более образованным и разносторонне развитым человеком, но и прививает ему хороший вкус, помогает правильно расставлять акценты в восприятии красоты, которая нас окружает. Однако в современном мире количество читающей публики уменьшается, а качество чтения снижается, что является актуальной проблемой нашего века.

Уровень чтения снижается, вместе с ней снижается грамотность, эрудиция и личностный рост. В газете «Московский комсомолец» 4 августа 2023 г. опубликованы данные исследовательского холдинга «Ромир». Результаты исследования показали, что 35 % респондентов не покупают книги. Такой ответ дало 44 % мужчин и 28 % женщин. Поэтому происходит смещение жизненных ценностей с духовных на материальные.

Проблема современного образования заключается в том, что учащиеся читают мало и неосмысленно. Поэтому при обуче-

нии биологии необходимо формировать у школьников умение читать и осмысливать художественные тексты. Если ребенок читает вдумчиво, то у него работает воображение, он может активно взаимодействовать со своими внутренними образами. Когда школьник овладевает осмысленным чтением, у него развивается устная речь и, как следующая важная ступень развития, речь письменная.

Предлагаем акцентировать внимание на произведения отечественных литераторов, чтобы учащиеся на уроках биологии смогли не только понять ценность окружающего мира и полюбить природу родного края, но ценить и беречь то, что есть в родной стране. Обратим внимание на стихотворения в прозе И.С. Тургенева, которые полны отсылок на прекрасную природу нашей страны. Для повышения эрудиции во время урока биологии, предлагаем знакомить учащихся с творчеством В.В. Бианки, В.П. Астафьева. Много интересных рассказов и повестей написал отечественный писатель, педагог, журналист, военный корреспондент К.Г. Паустовский. Он опробовал множество профессий, был вожатым трамвая, учителем литературы и русского языка, журналистом и рыбаком. Чем бы не занимался К.Г. Паустовский, он всегда записывал в тетрадь впечатления от увиденного и услышанного, что послужило темами многих его произведений о природе и животных.

Важно использовать литературные произведения великого методиста-биолога Николы Михайловича Верзилина. Он справедливо считал, что «наука и искусство родственны друг другу: они — результат творческой деятельности человека; наука воздействует на разум, искусство — на чувства человека». Многолетний педагогический стаж, большой методический опыт, отличная академическая подготовка по ботанике, энциклопедические знания по комплексу

наук о возделывании растений, прекрасное знание детской психологии, увлеченность искусством и склонность Н.М. Верзилина к литературному творчеству были наиболее востребованы во второй половине XX века. Приведем краткую информацию о научно-художественных книгах Н.М.Верзилина для детей и юношества:

- «Лечебница в лесу» (1943). В этой брошюре автор обращает внимание юных читателей на то, что «в лесу, и в поле, и даже на пыльной дороге в большом количестве растут «лекарства», которые нужно знать и уметь ими пользоваться». Читатели знакомятся с описаниями и лечебными свойствами подорожника, мха сфагнума, росянки, мать-и-мачехи, черники, ромашки лекарственной, гриба-паразита спорыньи, вальерианы, ландыша, плауна, полевого хвоща, очитка едкого, земляники, смородины, малины, черемухи и других лекарственных растений.

- «По следам Робинзона» (1946). Книга адресована подросткам, мечтающим о приключениях. Автор выступает в роли мудрого попутчика, доступно и ненавязчиво повествуя о растениях, их особенностях, значении в жизни человека, практическом использовании.

- «Путешествие с домашними растениями» (1949). Во вступлении Н.М. Верзилин рекомендует приступить к чтению книги «поздней осенью или зимой, когда за окном снег, когда однообразная белая пелена сменяла радостную зелень с пятнами цветов и деревья, лишенные листьев, скованы морозом. В это время даже равнодушные к природе люди с грустью вспоминают лето и с нежностью смотрят на растения, стоящие на окне». Автор предлагает читателям узнать о том, как комнатные растения живут на родине — в пустынях, влажных тропических лесах, субтропиках. В свое время эта книга была очень полезной и востребованной

юными любителями комнатного цветоводства.

- *«Растения в жизни человека» (1952).* Эту книгу называют маленькой энциклопедией ботанических знаний, адресованной тем, кто еще не полюбил ботанику. В ней на конкретных примерах раскрывается многообразное значение растений в жизни человека.

- *«В саду Мичурина» (1955).* Книга Н.М. Верзилина и В.М. Корсунской посвящена жизни и научной деятельности выдающегося ученого-селекционера Ивана Владимировича Мичурина. Читая книгу, дети совершат небольшую прогулку по саду, находящемуся на берегу извилистой речки Лесной Воронеж в городе Мичуринске. В нем растут яблони разных сортов: бельфер-китайка, пепин шафранный, антоновка шестисотграммовая, кандиль-китайка. В этом прекрасном саду «с яблонями соперничают груши. Самые крупные груши на дереве сорта бере зимняя Мичурина». Многих читателей удивит, что в саду «до половины сентября можно увидеть вишни на дереве», а также крупные гроздья северного винограда, абрикосы, северную айву, разные сорта рябины и слив. Много в этом саду и цветов: садового жасмина, роз, лилий. Читатели узнают, что И.В. Мичурин вывел более 300 ценнейших сортов разнообразных плодовых растений, создал несуществующее в природе растение церападус — гибрид степной вишни и черемухи Маака. Книга прекрасно иллюстрирована цветными рисунками Н. Кустова и Ю. Смольникова.

- *«Тропинка в лес» (1956).* О творческом замысле и предназначении этой книги лучше всего написали ее авторы: поэт Вс. Рождественский, художник Ю. Смольников, ботаник Н. Верзилин. «Стихи, написанные поэтом, принесут нежный аромат цветов; рисунки художника покажут яркие причудливые букеты, которые вы сможете собрать

в лесу и на лугах; а ботаник расскажет, как найти наиболее интересное и полезное растение. И поэт, и художник, и ботаник создали эту книгу в надежде, что она научит и вас, юные читатели, любить природу, испытывая высокую радость от общения с нею».

- *«По садам и паркам мира» (1961).* В этой книге Н.М. Верзилин описывает шедевры садово-парковой архитектуры и зеленые украшения разных городов мира, на лучших образцах садового искусства формирует у юных читателей представление о стиле и планировке садов. Заинтересовав читателей описаниями лучших садов, автор задает вопрос: «Сможете ли вы сами, читатель, вместе с товарищами создать сад, хотя бы небольшой?». И отвечает на него: «Несомненно. Нужно только вообразить его, представить уже существующим, притом существующим на реальной, имеющейся в действительности площади».

- *«Цветы из сада» (1962).* Красочная книжка рассказов и стихов для детей младшего школьного возраста о цветах, которые нас окружают, написана детским писателем-популяризатором ботаники Николаем Михайловичем Верзилиным и поэтом Всеволодом Александровичем Рождественским. В ней авторы задают юным читателям вопросы и доходчиво отвечают на них: «откуда собралось в сад на летний фестиваль такое множество цветов? Здесь представители всех стран света и любимцы разных народов мира. И каждый из них особенно выигрывает на соответствующем месте: куст пышных пионов — на газоне в разветвлениях дорожки; львиный зев — в пестрой клумбе среди других цветов; душистый горошек — у беседки». По этой книжке многие поколения юных читателей с интересом знакомились с садовыми растениями.

- *«Лес и жизнь» (1966).* Книга написана Н.М. Верзилиным в соавторстве с В.М. Корсунской. В первой ее части авторы раскры-

вают перед читателями панораму лесов, повествуя о бескрайних лесных просторах нашей родины и предлагая «взгляд из космоса». Вторая часть посвящена описанию сложного и своеобразного круговорота жизни в лесу. В третьей — «Лес — колыбель человечества» — раскрывается значение леса в жизни человека.

- «Пылилки дальних стран» (1969). Книга повествует о самом интересном, что можно встретить, путешествуя в край викингов и троллей — Норвегию, страну классического искусства — Италию, на родину мушкетеров — Францию и к подножию стратовулкана Фудзи в Японии. Книга иллюстрирована photographиями, сделанными Н.М. Верзилиным.

В распоряжении учителя биологии много хороших книг, на которые стоит обратить внимание учащихся. Молодому поколению, пока необремененному взрослыми заботами и проблемами, в свободное время необходимо заниматься интеллектуальным самосовершенствованием.

Литература

1. Клейн Е.С. Деградация личности: причины и последствия // Проблемы педагогики. 2016. № 2 (13).
2. Петри Э.Ю. Методы и принципы географии. М.: Редакция журнала «Детское чтение» и «Педагогический листок». 1900.
3. Равкова Л.М., Дунаева Н.В. Художественная литература как средство эстетического и нравственного воспитания студентов аграрного вуза // Докл. ТСХА / Рос. гос. аграр. ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2012.
4. Семенов-Тянь-Шанский В.П. Район и страна. М.: Государственное издательство, 1928.
5. Суматохин С.В. Биологическое образование на рубеже XX-XXI веков: Монография / С.В. Суматохин. М.: Школьная Пресса, 2021.
6. Суматохин С.В. Виды чтения при обучении биологии // Биология в школе. 2012.

7. Суматохин С.В. Николай Михайлович Верзилин: путь в науку и литературное творчество // Биология в школе. 2016. №5.

8. Федорова М.А., Проценко В.Е. Пути духовно-нравственного воспитания школьников // Естеств. и гуманитар. науки в современ. мире: всерос. науч.-практ. конф., 23-23 апреля 2019 г. / Орлов. гос. ун-т им. И.С. Тургенева, 2019.

9. Шумахова М.А., Чич Н.Ш. Духовно-нравственное воспитание школьников // XXXIII неделя науки МГТУ / Майкоп. гос. технолог. ун-т., 2016.

10. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1. С.15.

11. Ионина Н.Г. Использование принципа межпредметных связей при обучении биологии // Биология в школе. 2020. № 1. С. 28.

12. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла // Биология в школе. 2021. № 3. С. 43.

13. Серовайская Д.Е., Суматохин С.В. Творческие способности: методы и приемы их развития при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 18.

14. Барсукова Т.В., Сухлоев М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.

15. Сухорукова Л.Н., Морсова С.Г., Ткач М.Г. Проблема формирования естественно-научной грамотности и содержание основного общего биологического образования // Биология в школе. 2022. № 4. С. 21.

16. Крылова Т.Ю., Сухорукова Л.Н. Применение дискуссионной образовательной технологии в процессе обучения курсу общей биологии // Биология в школе. 2020. № 2. С. 9.

17. Суматохин С.В., Ногербек А.Д., Чилдибаев Ж.Б. Формирование креативности у будущего учителя биологии // Биология в школе. 2022. № 8. С. 46.

ДИАГНОСТИКА РАЗВИТИЯ УУД ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ПРЕДМЕТНОМ СОДЕРЖАНИИ БИОЛОГИИ В СВЕТЕ ТРЕБОВАНИЙ ОБНОВЛЕННЫХ ФГОС

DIAGNOSTICS OF THE DEVELOPMENT OF THE UUD OF STUDENTS ON THE SUBJECT CONTENT OF BIOLOGY IN THE LIGHT OF THE REQUIREMENTS OF THE UPDATED FSES

Методическая статья

Methodological article

УДК 37.091.3

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_37

Т.В. Барсукова,*кандидат педагогических наук, доцент,
e-mail: tatiana.barsukowa@yandex.ru,***T.V. Barsukova,***Ph.D., Associate Professor,
e-mail: tatiana.barsukowa@yandex.ru,***М.П. Сухлоев,***кандидат педагогических наук, методист,
кафедра естественно-математических
дисциплин и информационных технологий
ГБУДПОРО «Ростовский институт
повышения квалификации и профессиональной
переподготовки работников образования»,
e-mail: sukhloev@mail.ru***M.P. Sukhloev,***Ph.D., methodologist,
the Department of Natural and Mathematical
Disciplines and Information Technologies of
the Rostov Institute of Advanced Training and
Professional Retraining of Educational Workers,
e-mail: sukhloev@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается проблема мониторинга развития познавательных универсальных учебных действий на предметном содержании учебного процесса. Предлагаются методические приемы преобразования учебного материала, виды и способы оценки познавательных действий, необходимые дополнения в рабочую программу

Abstract. The article deals with the problem of monitoring the development of cognitive universal educational actions on the subject content of the educational process. The methodological techniques for the transformation of educational material, types and methods of evaluating cognitive actions, necessary additions to the work program are proposed

Ключевые слова: рабочая программа, универсальные учебные действия, диагностика, предметное содержание

Keywords: work program, universal educational activities, diagnostics, subject content

© Барсукова Т.В., Сухлоев М.П., 2023

Сегодня по диагностики универсальных учебных действий (УУД) разработано много вариантов заданий, но большинство из них выходят за рамки содержания предмета. Задания диагностируются наиболее измеряемым способом — тестированием. Выход за рамки предметной области ставит

вопрос о месте внесения этих результатов. А если нет результатов, то нет и мотивации. Примером предметной области, в которой имеются темы для развития познавательных УУД с оцениванием является технология. В учебнике XI класса под редакцией В.Д. Симоненко глава 1 есть темы: «Метод

мозговой атаки», «Метод контрольных вопросов», «Морфологический анализ», «Метод случайностей и ассоциаций» и т.д. Эти темы актуализируют использование УУД, но согласитесь в XI классе это слишком поздно, необходимо начинать с первого класса.

Авторами предлагается подход к развитию и диагностике познавательных УУД на предметном содержании. В дисциплинах естественно-научного цикла много возможностей реализовать такой подход. Рассмотрим поэтапно реализацию этого подхода к оценке развития УУД:

1. Придать процессу обучения по предметам естественно-научного цикла познавательный характер, что актуализирует использование УУД и нет необходимости выходить за рамки предметной области. Процесс диагностики заключается в оценивании познавательных действий учащихся в устном или письменном варианте. Оценка вносится в журнал, для аналитики в электронном журнале предусмотрены варианты за что. То есть если мы введем в практику оценку за УУД, то можно выделить и количественно оценить данный вид учебной деятельности.

2. Оценивать развитие УУД на втором этапе урока (изложение нового материала) — познании нового. Конечно, оценивание деятельности обучающегося на этапе изложения нового материала имеет свои ограничения, заключающиеся в том, что это должны быть положительные оценки — хорошо и отлично.

3. Дополнить рабочие программы соответствующими положениями.

Придание процессу обучения познавательного характера заложено в требованиях ФГОС второго поколения и обновленных ФГОС. «Учитель не транслятор знаний, а организатор процесса познания», но дидактическая база несколько отстаёт от требований ФГОС. Например, как в рабочей

программе, так и в учебнике название темы сформулировано так «Семейство пасленовых». В названии заложен ответ, а вопроса нет. Это блокирует организацию процесса познания в продуктивном деятельностном варианте. Поэтому преобразование учебного материала из репродуктивного состояния в продуктивное нужно начать с формирования темы таким образом, чтобы в ней не присутствовал ответ. В нашем примере это будет звучать так: изучение нового семейства растений по его признакам. Учебно-познавательный сценарий будет состоять из последовательности заданий на выявление признака. Рассматривается множество растений, из которых одно не обладает данным признаком. На основе сравнения учащиеся выявляют растение без признака, которым обладает большинство. Сравнение — познавательное УУД, её оценка заносится в отдельную графу. Далее ученики на основе обобщения формируют признак. Оцениваем обобщение в форме суждения и тоже заносим оценку в отдельную графу. Таким образом, накапливаем фактологический материал для диагностики развития УУД.

Методологически преобразование из репродуктивного в продуктивное рассмотрим через этапы формирования знаний о явлениях и процессах. От «знания фактов» к «знаниям о взаимосвязи фактов». Для организации познавательного сценария исключаем из учебного материала взаимосвязи фактов и разрабатываем учебно-познавательные задания, включая в них УУД. Особенность учебного материала по биологии — обилие фактологического содержания, являющегося для учащихся абсолютно новым. Поэтому не на все взаимосвязи можно разработать учебно-познавательные задания. Но, тем не менее, при творческом подходе даже там, где казалось бы возможен только объяснительно-иллюстративный подход, возможен и продуктивный.

Системное рассмотрение целого через части, от простого к сложному формирует логически смысловой подход у школьников к выявлению взаимосвязей частей с целым.

Начинаем с деления цветкового растения на части — корень, стебли, листья, цветков. Формируем учебно-познавательные задания: для чего необходим корень, какая у него функция в существовании целого растения, какая у стебля, цветка и т.д. Переходим от растений к животным и далее к клетке тот же подход. В классификационных темах авторами предложен прием продуктивного выявления признаков через внесение во множество объектов одного объекта с отсутствием доминирующего признака и формированию учебно-познавательного задания на его выявление. При этом актуализируются УУД: анализ, сравнение, обобщение, синтез. В эволюционных последовательностях представляем в качестве фактов объекты на каждом этапе эволюционной лестницы. Перед школьниками ставим учебно-познавательную задачу: на основе сравнения предложить признаки качественные или количественные, или все вместе и на их основе выстроить эволюционную лестницу.

Таким образом, на этапе изложение нового материала можно разработать сценарий продуктивной учебной деятельности с актуализацией УУД.

Следующий этап — оценивание познавательных УУД.

Оценивание учебных достижений прописывается в рабочих программах. В программах до ФГОС вместе с видами деятельности определялись критерии — за что ставить оценки. В практике авторов оценивание этапа урока изучение нового материала вносилось дополнительным пунктом в систему оценивания. Например, в программе 2011 года.

«Оценка участия в активной познавательной деятельности на этапе изучение нового материала (овладение учащимися новыми

знаниями и способами действий через активизацию умственной деятельности)».

Оценка 5 ставится в том случае, если учащийся выдвигает гипотезы, с обоснованием, участвует в анализе, как деление целого на части, с обоснованием и подтверждением своей версии и в других познавательных операциях.

Оценка 4 ставится в том случае, если учащийся выдвигает гипотезы, без обоснования, участвует в анализе, как деление целого на части, с обоснованием, но не во всех случаях версии подтверждаются, также участвует активно во всех познавательных операциях с переменным успехом».

В современных рабочих программах виды деятельности, в том числе познавательные, прописаны в планируемых результатах, но позиция по оцениванию познавательного этапа в формах контроля успеваемости отсутствует.

Формы контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Для оценки учебных достижений обучающихся используется:

- контроль в виде проверочных работ и тестов;
- тематический контроль в виде контрольных работ;
- итоговый контроль в виде контрольной работы и теста.

Формы текущего контроля:

- фронтальный опрос;
- индивидуальная работа по карточкам;
- дифференцированная самостоятельная работа;
- дифференцированная проверочная работа;
- физический диктант, тестовый контроль;
- практические работы;
- контрольные работы.

В формах текущего контроля присутствует фронтальный опрос, но под словом опрос

подразумевается проверка того что уже знают школьники, а не оценка познания нового. Критерии оценивания в программе отсутствуют. А главное, каким образом на репродуктивном содержании можно организовать продуктивный познавательный процесс. Поэтому необходимо вернуть в программы критерии оценивания. В формы контроля внести позицию «познавательная активность» или «познавательная деятельность». По нашему мнению с течением времени произойдет переход от познавательной активности к познавательной деятельности как к обычному привычному виду учебной деятельности.

В пояснительную записку также необходимо внести дополнения по преобразованию учебного материала из репродуктивного состояния в продуктивное. Тогда программа будет направляющим документом на реализацию обновленного ФГОС.

При реализации вышеизложенного подхода на этапе познания нового материала количество обучающихся с положительными результатами обучения увеличивался. Таким образом, мы даем возможность ученикам-генераторам проявить свои способности на этапах мозгового штурма, а на этапе сравнения и обобщения показать себя аналитикам.

Для количественного мониторинга развития познавательных УУД сегодня имеется действенный инструмент — электронный журнал. В него необходимо внести дополнение в виде оцениваемых действий, например «За познавательные УУД», с возможностью интегрировать результаты по каждому ученику и классу в целом.

В заключении отметим, что развитие познавательных УУД необходимо проводить на предметном содержании. Для учителя деятельность по преобразованию учебного материала в продуктивное состояние не только развивает его творческий потенциал, но и позволяет формировать портфолио. Оценка

познавательной деятельности мотивирует школьника к такому виду деятельности, повышает его самооценку, формирует творческую личность. Количественный анализ позиции «познавательная деятельность» из электронного журнала позволяет реально оценить развитие познавательных УУД.

Литература

1. Барсукова Т.В. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода / Т.В. Барсукова, М.П. Сухлоев // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11–18.
2. Калашникова С.Б. Приемы повышения продуктивного потенциала электронных образовательных ресурсов / С.Б. Калашникова, М.П. Сухлоев // Дистанционное и виртуальное обучение. 2016. № 4 (106). С. 25–28.
3. Суматохин С.В. Биологическое образование в школе цифрового века / С.В. Суматохин // Биология в школе. 2021. № 6. С. 13.
4. Суматохин С.В. Биологическое образование на рубеже XX–XXI веков: монография / С.В. Суматохин. М.: Школьная Пресса, 2021. С. 416.
5. Суматохин С.В. Биология в обновленном ФГОС основного общего образования / С.В. Суматохин // Биология в школе. 2021. № 7.
6. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования / С.В. Суматохин // Биология в школе. 2019. № 1. С. 15.
7. Сухлоев М.П. Разработка учебных материалов для интерактивной доски: учебно-методическое пособие / М.П. Сухлоев. М.: Дрофа, 2012. 186 с.
8. Технология. Базовый уровень. 10–11 класс: учебник для учащихся общеобразовательной школы / под ред. В.Д. Симоненко. М.: Вентана-Граф, 2019.
9. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (10–11 кл.) [Электронный ресурс] : [утв. приказом Минобрнауки России от 17 мая 2012 г.

№ 413; с измен.на 12 августа 2022 г.] // Министерство образования и науки Российской Федерации: официальный сайт. – URL: <http://минобрнауки.рф/документы/2365> (дата обращения: 21.05.2023).

10. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла // Биология в школе. 2021. № 3. С. 43.

11. Семенов А.А. Развитие естественно-научной грамотности посредством учебных исследований по биологии // Биология в школе. 2021. № 4. С. 59.

12. Борзова З.В. Возможности внеурочной деятельности для формирования естественно-научной грамотности школьников // Биология в школе. 2022. № 7. С. 24.

13. Серовайская Д.Е., Суматохин С.В. Творческие способности: методы и приемы их развития

при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 18.

14. Барсукова Т.В., Сухлов М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.

15. Сухорукова Л.Н., Морсова С.Г., Ткач М.Г. Проблема формирования естественно-научной грамотности и содержание основного общего биологического образования // Биология в школе. 2022. № 4. С. 21.

16. Крылова Т.Ю., Сухорукова Л.Н. Применение дискуссионной образовательной технологии в процессе обучения курсу общей биологии // Биология в школе. 2020. № 2. С. 9.

17. Суматохин С.В., Ногербек А.Д., Чилдибаев Ж.Б. Формирование креативности у будущего учителя биологии // Биология в школе. 2022. № 8. С. 46.



ЭТО ИНТЕРЕСНО

Как предсказывают американские аналитики производства и рынка пищевых продуктов, в 2035 г. более 10 % белковых продуктов, получаемых до сих пор от животных, будут вырабатываться искусственным путём. Уже в 2023 г. многие из этих продуктов по ценам, вкусу, консистенции и структуре совпадут с природными оригиналами. С 2025 г. молоко во многих отраслях пищевой промышленности США заменят молочные белки животного происхождения. Возник даже новый термин: «клеточная агрокультура». Работы такого рода ведут не только в США. Так, недавно созданная немецкая биотехнологическая компания встраивает гены молочных белков в наследственный материал дрожжей или бактерий. Затем эти изменённые организмы размножаются и производят соответствующие белки из углеводов в биореакторах. В качестве углеводов пока используется сахар, но в дальнейшем разработчики намерены перейти на углеводное сырьё из выжимков, остающихся после производства фруктовых и овощных соков. Как сообщает фирма, уже получены образцы молодых сыров типа рикотты, феты и моцареллы, готовятся приступить к синтезу камамбера. Компания сообщает, что производство молочных продуктов без участия коров даст на 90% меньше парниковых газов и займёт на 86 % меньше земли, причём земля годится любая, в отличие от нужд полеводства. Опросы, проведённые в США, Бразилии, Англии, Германии и Индии, показывают, что 70—80 % потребителей будут согласны покупать новые молочные продукты. Уже в 2023 г. первые их образцы появятся в продаже в Сингапуре, где законодательство относится к допуску новинок на рынок продовольствия не так строго, как в Европе и Америке.



Биология в школе. 2023. № 7. С. 42–50

Biology at school. 2023. № 7. P. 42–50

ЗАДАЧИ НА КРОССИНГОВЕР И МЕТОД КАРТИРОВАНИЯ ХРОМОСОМ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ

CROSSING-OVER TASKS AND THE METHOD OF CHROMOSOME MAPPING IN THE SCHOOL COURSE OF BIOLOGY

Методическая статья

Methodological article

УДК 372.857

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_42

*Е.В. Комарова,**доктор педагогических наук, доцент,
Калининград, онлайн-школа «Фоксфорд»,
e-mail: komarova1978@mail.ru**E.V. Komarova,**Doctor of Pedagogy, Associate Professor,
Kaliningrad, online school “Foxford”
e-mail: komarova1978@mail.ru*

Аннотация. В статье охарактеризованы особенности решения задач на кроссинговер разного уровня сложности. Проанализированы задачи на применение метода картирования хромосом по результатам кроссинговера. Рассмотрены этапы работы с задачами на двойной кроссинговер, в том числе с учетом коэффициента коинциденции. Сделан акцент на возможности решения задач на двойной кроссинговер несколькими способами. Подчеркивается, что для успешной работы с задачами не обязательно использовать специфические математические методы, требуется внимательность, логичность в рассуждениях, знание положений хромосомной теории наследственности

Abstract. The article describes the features of solving crossover problems of different levels of complexity. The tasks for applying the chromosome mapping method based on the results of crossing over are analyzed. The stages of work with double crossing-over problems are considered, including taking into account the coincidence coefficient. Emphasis is placed on the possibility of solving double crossing-over problems in several ways. It is emphasized that for successful work with tasks it is not necessary to use specific mathematical methods, it requires attentiveness, logical reasoning, knowledge of the provisions of the chromosome theory of heredity

Ключевые слова: генетическая карта, коэффициент совпадения, коэффициент коинциденции, кроссинговер, двойной кроссинговер

Keywords: genetic map, coincidence coefficient, coincidence coefficient, crossing over, double crossing over

© Комарова Е.В., 2023

На страницах журнала «Биология в школе» ранее обсуждался один из аспектов решения проблемы достижения целей обучения биологии на современном этапе [3, 4]. Было отмечено, что «диверсификация содержания генетических задач, увеличение разнообразия их типов, предлагаемых старшеклассникам в период обучения биологии, а в будущем возможно и на итоговом экзамене, повысят достижимость целей обучения биологии в целом» [4]. Подчеркивалось, что с

«каждым годом будет увеличиваться разнообразие сценариев генетических задач», предлагаемых в КИМ» [3], и такую тенденцию следует рассматривать как объективную необходимость.

Действительно, в содержании обновленных рабочих программ среднего общего образования по биологии [5, 6] отображены эти тенденции. В содержании вариантов КИМ ЕГЭ-2023 были предложены задачи нового формата — на применение метода ге-

нетического картирования по результатам скрещивания с неполным сцеплением генов и кроссинговером. Полагаем, что тенденция по наращиванию разнообразия биологических (генетических) задач в содержании среднего общего образования будет усиливаться. Поэтому считаем важным продолжать анализировать современные подходы к генетической терминологии [2], методам генетического анализа [8, 9], особенностям решения разнообразных биологических (генетических) задач. Такие обсуждения направлены на достижение главной цели — оказание методической помощи ведущим участникам образовательного процесса — учителям биологии.

В статье рассматриваются особенности решения задач на сцепленное наследование, различающиеся по содержанию и уровню сложности.

Первая задача относится к достаточно типичным генетическим задачам на кроссинговер. Её особенность заключается в том, что исследуется наследование трех признаков. Вторая и третья задачи при кажущейся схожести и незамысловатости содержания предполагают нестандартный подход к решению. Четвертая и пятая посвящены двойному кроссинговеру, в статье рассмотрено два способа решения задач подобного типа.

Все предложенные задачи для успешного решения требуют внимательности, логичности в рассуждениях, опираются на положения хромосомной теории наследственности. Для их решения не обязательно использовать математические методы, позволяющие изучать закономерности случайных явлений (событий и величин), но применение таковых однозначно приветствуется.

Задача 1

У человека ген резус-фактора ($Rh+$) сцеплен с доминантным геном, определяющим один из видов катаракты (C). Приблизительное расстояние между генами 24 моргани-

ды. Одна из форм диабета обусловлена рецессивным геном (d), который находится в другой аутосоме. В семье мужчина обладал отрицательным резус-фактором и не страдал катарактой, а женщина была резус-положительной и страдала катарактой. Катаракту и резус-положительность женщина унаследовала от своего отца. И мужчина, и женщина не страдали диабетом, но мать мужчины и отец женщины были больны диабетом. В семье родилась резус-отрицательная дочь без катаракты, не страдающая диабетом. Определите вероятность рождения в этой семье резус-положительного ребенка без катаракты и не страдающего диабетом.

Решение.

1. Определяем генотипы родителей. Мужчина — рецессивная дигомозигота по аллелям резус-фактора и катаракты, гетерозигота по признаку отсутствия диабета (его мать страдала диабетом). Женщина в генотипе имеет три доминантных аллеля. Она — тригетерозигота, поскольку у неё родилась резус-отрицательная дочь без заболеваний, а её отец страдал диабетом. Фенотип отца женщины указывает, что в женском генотипе аллели $Rh+$ и C находятся в состоянии притяжения.

2. Составляем схему брака:

P_1 : $CRh//crhD//d$	$\times$	$crh//crhD//d$
наличие катаракты,		отсутствие катаракты,
без диабета		без диабета
резус-положительная		резус-отрицательная
женщина		мужчина
G : некроссоверные:		$crh/D/$; $crh/d/$
$CRh/D/$; $crh/D/$;		
$CRh/d/$; $crh/d/$		
кроссоверные:		
$Crh/D/$; $Crh/d/$;		
$cRh/D/$; $cRh/d/$		

F_1 :

Нерекомбинантные генотипы:

$CRh//crhD//D$ — катаракта, резус-положительность, отсутствие диабета,

$CRh//crhD//d$ — катаракта, резус-положительность, отсутствие диабета,

$crh//crhD//D$ — отсутствие катаракты, резус-отрицательность, отсутствие диабета,

$crh//crhD//d$ — отсутствие катаракты, резус-отрицательность, отсутствие диабета,

$CRh//crhD//d$ — катаракта, резус-положительность, отсутствие диабета,

$CRh//crhd//d$ — катаракта, резус-положительность, диабет,

$crh//crhD//d$ — отсутствие катаракты, резус-отрицательность, отсутствие диабета,

$crh//crhd//d$ — отсутствие катаракты, резус-отрицательность, диабет.

Рекомбинантные генотипы:

$Crh//crhD//D$ — катаракта, резус-отрицательность, отсутствие диабета,

$Crh//crhD//d$ — катаракта, резус-отрицательность, отсутствие диабета,

$cRh//crhD//D$ — отсутствие катаракты, резус-положительность, отсутствие диабета,

$cRh//crhD//d$ — отсутствие катаракты, резус-положительность, отсутствие диабета,

$Crh//crhD//d$ — катаракта, резус-отрицательность, отсутствие диабета,

$Crh//crhd//d$ — катаракта, резус-отрицательность, диабет,

$cRh//crhD//d$ — отсутствие катаракты, резус-положительность, отсутствие диабета

$cRh//crhd//d$ — отсутствие катаракты, резус-положительность, диабет.

3. Искомый фенотип (резус-положительный ребенок без заболеваний) может иметь два варианта генотипа, оба из которых рекомбинантные: $cRh//crhD//D$, $cRh//crhD//d$. Последний генотип может быть образован двумя способами (женская гамета $cRh/D/$ и мужская гамета $crh/d/$, а также мужская гамета $crh/D/$ и женская гамета $cRh/d/$). Вероятность образования обоих генотипов можно рассчитать двумя способами.

Первый способ.

Вероятность образования генотипа определяется как произведение вероятности об-

разования кроссоверных гамет материнского организма и гамет отцовского организма. Вероятность образования всех кроссоверных гамет у материнского организма равна 24 %. Поскольку теоретически возможно образование 4 типов таких гамет, вероятность образования каждой из них — $0,24/4 = 0,06$ (6 %). Вероятность образования гамет отцовского организма равна по 0,5 (50 %). Таким образом, вероятность образования каждого генотипа равна 0,03 (3 %). В сумме вероятность образования генотипов, отвечающих за формирование резус-положительного без катаракты и диабета фенотипа, составляет $0,03 \times 3 = 0,09$ (9 %).

Второй способ.

Вероятность образования всех восьми рекомбинантных генотипов в сумме составляет 0,24 (24 %), по 0,03 (3 %) на каждый. Из них три генотипа отвечают за формирование резус-положительного без катаракты и диабета фенотипа. В сумме получаем 0,09 (9 %).

Ответ: вероятность рождения в этой семье резус-положительного ребенка без катаракты и не страдающего диабетом — 9 %.

Задача 2

У нормальной по зрению и свертываемости крови женщины родилось 8 сыновей: четыре дальтоника, два гемофилика, один нормальный по обоим признакам и один дальтоник, страдающий гемофилией. Как это можно объяснить? Определите предполагаемые генотипы женщины и всех её сыновей [7].

Решение.

Для решения задачи важно помнить, что дальтонизм и гемофилия — сцепленные с X-хромосомой признаки, обусловленные рецессивными генами d и h . В задаче речь идет только о сыновьях женщины, которые получили X-хромосому от матери. Поскольку наличие или отсутствие данных заболеваний обусловлено генами в X-хромосоме, то генотип отца детей не имеет значения для решения задачи.

Итак, генотипы сыновей:

$X^{Hd}Y$ — страдает дальтонизмом,

$X^{hd}Y$ — страдает гемофилией,

$X^{HD}Y$ — здоров,

$X^{hd}Y$ — страдает обоими заболеваниями.

Очевидно, что мать является дигетерозиготной с двумя вариантами генотипа:

1 вариант — $X^{HD}X^{hd}$

2 вариант — $X^{Hd}X^{hd}$

В варианте 1 гены, обуславливающие заболевания, находятся в позиции притяжения, в варианте 2 — в позиции отталкивания.

Можно ли однозначно выбрать генотип матери?

В задаче не сказано, являются ли сыновья близнецами. Поэтому исходим из того, что это дети, рожденные независимо друг от друга. С точки зрения статистики, все оплодотворения являются отдельными независимыми событиями, на которые никак не влияют результаты предыдущих оплодотворений. Иными словами, для каждого случая оплодотворения вероятность образования того или иного генотипа одинакова, поскольку может сформироваться только один генотип из возможных четырех. В задаче указаны 4 фенотипа для 8 сыновей, но это количество не является достаточно большим для однозначного вывода о генотипе матери.

В варианте 1 материнский генотип образует два класса гамет: некрссоверные X^{HD} , X^{hd} и крссоверные X^{Hd} , X^{hD} . В варианте 2 материнский генотип также образует два класса гамет, но некрссоверные — X^{Hd} , X^{hD} , крссоверные — X^{HD} , X^{hd} . В итоге оба варианта образуют четыре типа гамет, но принадлежат они разным классам.

Из условия задачи известно, что два фенотипа (страдающий дальтонизмом $X^{Hd}Y$ и страдающий гемофилией $X^{hd}Y$) образовались в большем количестве по сравнению со здоровым фенотипом $X^{HD}Y$ и фенотипом с двумя заболеваниями $X^{hd}Y$. Можно предположить, что с большей долей вероятности

гены, обуславливающие заболевания, находятся в генотипе матери в позиции отталкивания, генотипы $X^{Hd}Y$ и $X^{hd}Y$ образовались от материнских некрссоверных гамет, генотипы $X^{HD}Y$ и $X^{hd}Y$ — от материнских крссоверных гамет. Соответственно, с меньшей вероятностью гены, обуславливающие заболевания, находятся в генотипе матери в позиции притяжения.

Ответ:

1) у женщины возможны два генотипа $X^{HD}X^{hd}$ и $X^{Hd}X^{hd}$;

2) генотипы сыновей $X^{Hd}Y$, $X^{hd}Y$, $X^{HD}Y$, $X^{hd}Y$.

Задача 3

У человека рецессивные гены, обуславливающие мышечную дистрофию Дюшена (ген «a») и цветовую слепоту (ген «b»), сцеплены и расположены в X-хромосоме. В многодетной семье здорового мужчины и здоровой женщины, отец которой страдал обоими заболеваниями, родилось 13 детей, среди которых были: 4 здоровых девочки; 5 здоровых мальчиков; 1 мальчик страдал обоими заболеваниями; 1 мальчик имел цветовую слепоту и 1 мальчик — мышечную дистрофию Дюшена. Определить приблизительное расстояние между генами «a» и «b» [1].

Решение.

Для решения задачи нужно понимать, что согласно хромосомной теории наследственности расстояние между генами равно частоте крссинговера (частоте образования рекомбинантных генотипов). Следовательно, не обходимо выяснить, сколько рекомбинантных генотипов будет среди всех рожденных детей.

1. Генотип здорового мужчины $X^{AB}Y$, генотип здоровой женщины $X^{AB}X^{ab}$.

На этом этапе решения задачи сложность может возникнуть с определением генотипа фенотипически здоровой женщины. В её генотипе однозначно присутствуют оба доминантных аллеля (A и B), но присутствуют

рецессивные a и b , поскольку у детей проявляются заболевания. Женщина является дигетерозиготной, но теоретически сцепленные гены A и B могут быть как в положении притяжения, так и в положении отталкивания. Учитываем фенотип её отца, о котором сказано, что он страдал обоими заболеваниями, значит, имел генотип $X^{ab}Y$. Своей дочери он мог передать только X^{ab} , значит, у самой женщины гены A и B находятся в состоянии притяжения.

2. Составляем схему брака:

$P_1: X^{AB}X^{ab}$	x	$X^{AB}Y$
здоровая		здоровый
женщина		мужчина

$G:$ некроссоверные: $X^{AB}, X^{ab};$	X^{AB}, Y
кроссоверные: X^{Ab}, X^{aB}	

$F_1:$

Нерекомбинантные генотипы:

$X^{AB}X^{AB}$ — здоровая девочка,
 $X^{AB}X^{ab}$ — здоровая девочка,
 $X^{AB}Y$ — здоровый мальчик,
 $X^{ab}Y$ — мальчик с обоими заболеваниями.

Рекомбинантные генотипы:

$X^{AB}X^{Ab}$ — здоровая девочка,
 $X^{AB}X^{aB}$ — здоровая девочка,
 $X^{Ab}Y$ — мальчик с цветовой слепотой,
 $X^{aB}Y$ — мальчик с болезнью Дюшена.

3. Среди теоретически ожидаемых рекомбинантных генотипов есть и девочки, и мальчики. Число девочек, имеющих рекомбинантный генотип неизвестно, поскольку фенотипически они здоровы. Для подсчета частоты кроссинговера берем только число рожденных мальчиков: частота кроссинговера = число рожденных мальчиков с рекомбинантным генотипом / число всех рожденных мальчиков; частота кроссинговера = $2/8 = 0,25$ (25 % кроссинговера).

Ответ: расстояние между генами a и b — 25 морганид.

Задача 4

Диплоидная тригетерозиготная клетка хламидомонады возникла в результате

слияния двух гаплоидных клеток с генотипами ABC и abc . Предположим, что частота рекомбинантов по генам B и C составляет 18 %, по генам A и C — 8 %, по генам A и B — 23 %. Сколько типов дочерних клеток может возникнуть в результате мейоза? Какова последовательность генов на карте? Какова ожидаемая частота всех типов гамет при двойном кроссинговере? [7, с изменениями].

Решение.

По частоте рекомбинантов определяем, что порядок генов не алфавитный, а такой: ACB . Генотип тригетерозиготы — $ACB//acb$.

Максимально возможное число всех типов гамет определяем по формуле $N=2^n$, где N — число типов гамет, n — число пар генов, находящихся в гетерозиготном состоянии. В нашем случае исходная клетка диплоидная тригетерозигота, значит, $N=2^3=8$.

Отметим, что частота кроссинговера между генами A и B не равна сумме частот кроссинговера на двух смежных интервалах, $23 < 18 + 8$. Причину этого объясним дальше.

В процессе мейоза может реализоваться четыре варианта образования гамет:

Вариант 1. Кроссинговер не происходит. При мейозе образуется два типа дочерних клеток — некроссоверные гаметы — ACB и acb .

Вариант 2. Кроссинговер проходит только между генами A и C , но не между B и C . Образуется четыре типа дочерних клеток: некроссоверные ACB и acb , кроссоверные AcB и aCB .

Вариант 3. Кроссинговер проходит только между генами B и C , но не между генами A и C . Образуется четыре типа дочерних клеток: некроссоверные ACB и acb и кроссоверные ACb и aCb .

Вариант 4. Кроссинговер проходит между генами A и C , B и C одновременно. Возможно образование 8 типов гамет. Из них: 2 типа — некроссоверные ACB и acb , одинарные

ные кроссоверы AcB и aCB , ACb и acB , двойные кроссоверы AcB и aCb .

Рассмотрим решение задачи двумя способами.

Способ 1.

1. Частота теоретически ожидаемых двойных кроссоверов AcB и aCb равна $0,08 \times 0,18 = 0,0144$ (по 0,0072).

2. Определяем долю гамет, возникающих в результате кроссинговера между генами A и C , C и B :

а) генотипы кроссоверов по генам A и C : одинарные кроссоверы Acb и aCB , двойные кроссоверы AcB и aCb (суммарная частота 1,44 %). Расстояние между A и C — 8 %. Определяем долю кроссоверов с генотипами $AcB + aCb = 8\% - 1,44\% = 6,56\%$, т.е. по 3,28 %.

б) генотипы кроссоверов по генам B и C : одинарные кроссоверы ACb и acB , двойные кроссоверы AcB и aCb (суммарная частота 1,44 %). Расстояние между B и C — 18 %. Определяем долю кроссоверов с генотипами $ACb + acB = 18\% - 1,44\% = 16,56\%$, т.е. по 8,28 %.

3. Частота некроссоверных гамет родительского типа ACB и acb равна $100\% - 6,56\% - 16,56\% - 1,44\% = 75,44\%$ (по 37,72 %).

Способ 2.

Для решения задачи важно понимать: вероятность того, что кроссинговер не происходит, равна единица минус частота кроссинговера [10].

1. Частота кроссинговера между A и C — 0,08, частота события «кроссинговера между B и C нет» равна $(1 - 0,18) = 0,82$. Находим частоту кроссоверных гамет Acb и aCB : $0,08 \times 0,82 = 0,0656$ (по 0,0328).

2. Частота кроссинговера между B и C — 0,18, частота события «кроссинговера между A и C нет» равна $(1 - 0,08) = 0,92$. Находим частоту кроссоверных гамет ACb и acB : $(1 - 0,08) \times 0,18 = 0,92 \times 0,18 = 0,1656$ (по 0,0828).

3. Частота теоретически ожидаемых двойных кроссоверов AcB и aCb равна $0,08 \times 0,18 = 0,0144$ (по 0,0072).

4. Частота некроссоверных гамет ACB и acb равна $1 - 0,0656 - 0,1656 - 0,0144 = 0,7544$ (по 0,3772).

Ответ: некроссоверные гаметы ACB и acb образуются с частотой по 37,72 %, одинарные кроссоверы Acb и aCB образуются с частотой по 3,28 %, одинарные кроссоверы ACb и acB образуются с частотой по 8,28 %, двойные кроссоверы AcB и aCb образуются с частотой по 0,72 %.

Вернемся к вопросу о том, что частота кроссинговера между генами A и B не равна сумме частот кроссинговера на двух смежных интервалах $23 < 18 + 8$. Дело в двойном кроссинговере. Исходим из того, что при оценке кроссинговера между A и B в группу кроссоверов A и c , a и C попадают и двойные кроссоверы. Это же верно и для кроссоверов B и c , b и C . Потому при оценке кроссинговера нужно вводить поправку на двойной кроссинговер $P_{A,B} = P_{A,C} + P_{B,C} - 2 \times P_{A,C} \times P_{B,C}$. Частоту двойных кроссоверов нужно брать удвоенной, поскольку событие двойного кроссинговера вносит погрешность в оценку и $P_{A,C}$, и $P_{B,C}$.

Частота кроссинговера между A и B : $0,08 + 0,18 - 2 \times 0,08 \times 0,18 = 0,23$. Это те 23 %, которые даны в условии в качестве частоты кроссинговера между A и B .

Задача 5

Гены A , B и C локализованы в одной хромосоме в указанном порядке. Процент перекреста между A и B равен 20, между B и C — 10. Коэффициент совпадения равен 0,5. Особь, гомозиготная по ABC , скрещена с особью, гомозиготной по abc . Какие гаметы будут образовываться у особей F_1 и с какой частотой? Каково будет соотношение фенотипов в потомстве возвратного скрещивания F_1 с особью abc ? Какие особи будут являться двойными кроссоверами? [7].

Решение.

Особь от скрещивания гомозигот по ABC и abc будут тригетерозиготными. При этом все гены у F_1 находятся в состоянии притяжения — ABC//abc.

Дальнейшее решение задачи схоже с решением задачи 4 за одним исключением: в данной задаче идет речь о коэффициенте совпадения (коэффициенте коинциденции).

Коэффициент совпадения (коэффициент коинциденции) — мера интерференции кроссинговера, определяемая как отношение частоты двойных кроссинговеров к произведению частот одинарных кроссинговеров среди нескольких групп сцепления.

В процессе мейоза может реализоваться четыре варианта образования гамет:

Вариант 1. Кроссинговер не происходит. При мейозе образуется два типа дочерних клеток — некроссоверные гаметы — ABC и abc с вероятностью по 0,5 (50 %).

Вариант 2. Кроссинговер проходит только между генами A и B, но не между B и C. Образуется четыре типа дочерних клеток: некроссоверные ABC и abc, кроссоверные AbC и aBC.

Частота кроссинговера между A и B — 0,2, частота события «кроссинговера между B и C нет» равна $(1-0,1) = 0,9$. Находим частоту кроссоверных гамет AbC и aBC: $0,2 \times 0,9 = 0,18$ (по 0,09).

Частота некроссоверных гамет ABC и abc равна $1-0,18 = 0,82$ (по 0,41).

Вариант 3. Кроссинговер проходит только между генами B и C, но не между генами A и B. Образуется четыре типа дочерних клеток: некроссоверные ABC и abc, кроссоверные ABc и aBc.

Частота кроссинговера между B и C — 0,1, частота события «кроссинговера между A и B нет» равна $(1-0,2) = 0,8$. Находим частоту кроссоверных гамет ABc и aBc: $0,1 \times 0,8 = 0,08$ (по 0,04).

Частота некроссоверных гамет ABC и abc равна $1-0,08 = 0,92$ (по 0,46).

Вариант 4. Кроссинговер проходит между генами A и B, B и C одновременно. Возможно образование 8 типов гамет. Из них: 2 типа — некроссоверные ABC и abc, одинарные кроссоверы Abc и aBC, ABc и aBc, двойные кроссоверы AbC и aBc.

Результаты кроссинговера по 4 варианту рассмотрим 2-мя способами.

Способ 1

1. Частота теоретически ожидаемых двойных кроссоверов AbC и aBc равна $0,2 \times 0,1 \times 100\% = 2\%$.

2. Зная коэффициент совпадения, определяем процент двойных кроссоверов $(x):x:2\% = 0,5$; $x = 1\%$. В эксперименте должно быть 0,5 % особей с фенотипом AbC и 0,5 % особей с фенотипом aBc.

3. Определяем долю гамет, возникающих в результате кроссинговера между генами A и B, B и C:

а) генотипы кроссоверов по генам A и B: одинарные кроссоверы Abc и aBC, двойные кроссоверы AbC и aBc (суммарная частота 1 %). Расстояние между A и B — 20 %. Определяем долю кроссоверов с генотипами Abc+aBC=20 %-1 %=19 %, т.е. по 9,5 %.

б) генотипы кроссоверов по генам B и C: одинарные кроссоверы ABc и aBc, двойные кроссоверы AbC и aBc, (суммарная частота 1 %). Расстояние между B и C — 10 %. Определяем долю кроссоверов с генотипами ABc+aBc=10 %-1 %=9 %, т.е. по 4,5 %.

5. Частота некроссоверных гамет родительского типа ABC и abc равна $100\% - 19\% - 9\% - 1\% = 71\%$ (по 35,5 %).

6. Соотношение фенотипов в потомстве возвратного скрещивания F_1 с особью abc будет следующим:

ABC//abc — 35,5 %, abc//abc — 35,5 %, Abc//abc — 9,5 %, aBC//abc — 9,5 %, ABc//abc — 4,5 %, aBc//abc — 4,5 %, AbC//abc — 0,5 %, aBc//abc — 0,5 %.

Способ 2

1. Частота теоретически ожидаемых двойных кроссовов AbC и aBc равна $0,2 \times 0,1 \times 100\% = 2\%$.

2. Зная коэффициент совпадения, определяем процент двойных кроссовов $(x):x:2\% = 0,5$; $x = 1\%$. В эксперименте должно быть $0,5\%$ особей с фенотипом AbC и $0,5\%$ особей с фенотипом aBc .

5. Частота кроссинговера между A и C — $0,08$, частота события «кроссинговера между B и C нет» равна $(1-0,18) = 0,82$. Находим частоту кроссовых гамет Abc и aCB : $0,08 \times 0,82 = 0,0656$ (по $0,0328$).

3. Частота кроссинговера между A и B — $0,2$, частота события «кроссинговера между B и C нет» равна $(1-0,1) = 0,9$. Учитывая коэффициент коинциденции, частота кроссовых гамет Abc и aBc будет равна $0,2 \times 0,9 + 0,01 = 0,19$ (по $0,095$).

4. Частота кроссинговера между B и C — $0,1$, частота события «кроссинговера между A и B нет» равна $(1-0,2) = 0,8$. Учитывая коэффициент коинциденции, частота кроссовых гамет ABc и abC будет равна $0,1 \times 0,8 + 0,01 = 0,09$ (по $0,045$).

5. Частота некроссовых гамет родительского типа ABC и abc равна $100\% - 19\% - 9\% - 1\% = 71\%$ (по $35,5\%$).

Ответ: соотношение фенотипов в потомстве возвратного скрещивания F_1 с особью abc будет таким же, как в способе 1: $ABC//abc$ — $35,5\%$, $abc//abc$ — $35,5\%$, $Abc//abc$ — $9,5\%$, $aBC//abc$ — $9,5\%$, $ABc//abc$ — $4,5\%$, $abC//abc$ — $4,5\%$, $AbC//abc$ — $0,5\%$, $aBc//abc$ — $0,5\%$.

* * *

Итак, в статье мы рассмотрели некоторые особенности решения задач на сцепленное наследование, одинарный и двойной кроссинговер, на использование метода картирования хромосом. Для некоторых задач предложено несколько способов решения. Еще раз подчеркнём целесообразность работы в

урочное или внеурочное время с разнообразными по содержанию биологическими задачами, прежде всего генетическими. Разнообразие типологии предлагаемых учащимся задач, вариативность в их содержании внесут свою лепту в достижение целей биологического образования, что особенно важно в свете утверждения и продления до 2030 г. Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий.

Литература

1. Генетика в задачах: учебное пособие по курсу биологии / Адельшина Г.А., Адельшин Ф.К. М.: Планета, 2011. 174 с.
2. Иванищев В.В. Классические термины генетики с точки зрения биохимии и молекулярной биологии / В.В. Иванищев // Биология в школе. 2022. № 4. С. 3–10.
3. Комарова Е.В. Близнецовый метод в школьном курсе биологии / Комарова Е.В. // Биология в школе. 2023. № 2. С. 34–43.
4. Комарова Е.В. Методические аспекты обучения решению задач на сцепленное с полом наследование / Комарова Е.В. // Биология в школе. 2022. № 3. С. 21–30.
5. Рабочая программа среднего общего образования. Биология. Базовый уровень, для 10-11 классов образовательных организаций. М., 2022, 80 с. [Электронный ресурс] // Институт стратегии развития образования. URL.: https://edsoo.ru/Primernaya_rabochaya_programma_srednego_obschego_obrazovaniya_predmeta_Biologiya.htm (дата обращения 06.05.2023).
6. Рабочая программа среднего общего образования. Биология. Углубленный уровень, для 10-11 классов образовательных организаций. М., 2022, 148 с. [Электронный ресурс] // Институт стратегии развития образования. URL.: https://edsoo.ru/Primernaya_rabochaya_programma_srednego_obschego_obrazovaniya_predmeta_Biologiya_uglublennij_uroven.htm (дата обращения 06.05.2023).
7. Сборник задач и вопросов по общей и молекулярной генетике: учебное пособие / коллек-

тив авторов. М.: «КДУ», «Университетская книга», 2021. 246 с.

8. Сидорская В.А., Марина А.В., Петрунина А.Ю. Изучение биологических особенностей *Drosophilamelanogaster* со сцепленными маркерами uw // Биология в школе. 2019. № 5. С. 62–69.

9. Сидорская В.А., Пичугина Н.А., Марина А.В. Создание новых тест-систем *Drosophila melanogaster* и возможности их использования в генетическом анализе // Биология в школе. 2019. № 3. С.51–53.

10. Синюшин А.А. Решение задач по генетике / А.А. Синюшин. М.: Лаборатория знаний, 2019. 153 с.

11. Суматохин С.В., Николенко Т.Г. Биомедицина и школьное биологическое образование // Биология в школе. 2020. № 1. С. 25.

12. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1. С.15.

13. Суматохин С.В., Форостович-Резник И.Е. Естественно-научная грамотность в исследованиях TIMSS – 2019 и PISA – 2018 // Биология в школе. 2022. № 4. С. 11.

14. Серовайская Д.Е., Суматохин С.В. Творческие способности: методы и приемы их развития при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 18.

15. Лукашук О.Н., Кулягина Г.П., Опарин Р.В., Букарев Р.В. Сложные вопросы курса биологии: подходы к решениям // Биология в школе. 2021. № 6. С. 30.

16. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Объяснение как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 25.

17. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Понимание как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 39.

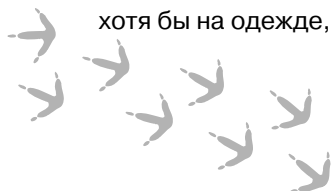
18. Барсукова Т.В., Сухлоев М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.

19. Сухорукова Л.Н., Морсова С.Г., Ткач М.Г. Проблема формирования естественно-научной грамотности и содержание основного общего биологического образования // Биология в школе. 2022. № 4. С. 21.



ЭТО ИНТЕРЕСНО

Собачьи клещи переносят многие болезни: боррелиоз (болезнь Лайма), клещевой энцефалит, туляремию и т.д. Хотя они и называются собачьими, людей они тоже кусают. Ученые поставили эксперимент с клещевыми нимфами, т.е. личинками. Сначала к ним подносили кроличью лапку, наэлектризованную трением об акриловую смолу. Нимф притягивало к ней с расстояния в несколько сантиметров. Затем кроличью лапку заменили на стальной электрод, на который постепенно увеличивали электростатический потенциал. Когда потенциал доходил до 750 вольт, нимфы срывались с места и прыгали к электроду. Если потенциал на электроде будет соответствовать тому, который бывает на человеческой коже, личинка собачьего клеща сможет прыгнуть аж на 10 см. Прыжки личинок оценивали строго снизу вверх, а в природе их может переносить вбок, под углом и т.д., и, вероятно, в таком случае их может переносить ещё дальше. Клещам электрическое притяжение облегчает жизнь: без него мелким и медленно ползающим личинкам было бы трудно вовремя схватиться за шерсть или кожу пробегающего мимо млекопитающего. А людям, вероятно, стоило бы использовать средства-антистатики, если не прямо на коже, то хотя бы на одежде, чтобы клещи не налипали на неё во время прогулок на природе.



РАЗВИТИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ СПО НА ЗАНЯТИЯХ ПО БИОЛОГИИ СРЕДСТВАМИ ТЕХНОЛОГИИ WEB-КВЕСТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕСУРСОВ МЕДИОБРАЗОВАНИЯ

DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL LITERACY OF STUDENTS OF SVE IN BIOLOGY LESSONS BY MEANS OF WEB-QUEST TECHNOLOGY USING MEDIA EDUCATION RESOURCES

Научно-методическая статья

УДК 372.857

А.В. Фортус,
заместитель руководителя по учебно-производственной работе, преподаватель высшей квалификационной категории, ОмГУПС,
e-mail: antonina_rein@mail.ru

Scientific and methodological article

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_51

A.V. Fortus,
deputy director for Education and Production, teacher of the highest qualification category, Omsk State Transport University,
e-mail: antonina_rein@mail.ru

Аннотация. В статье описан опыт реализации технологии квестов на учебных занятиях по биологии с целью развития функциональной грамотности обучающихся. Квест-технология с применением медиаресурсов выступает в качестве интегрального механизма, способствующего наиболее оптимальному и эффективному формированию предметного биологического знания, а также развития межпредметных связей. В качестве авторских методических рекомендаций предлагаются различные формы реализации квест технологии в образовательном процессе, реальные жизненные ситуации, трансформированные в биологические учебно-познавательные задачи раздела «Основы генетики и эволюции»

Ключевые слова: квест технология, web-квест, медиаобразовательный квест, функциональная грамотность обучающихся

Abstract. The article describes the experience of implementing the technology of quests in biology classes in order to develop the functional literacy of students. Quest technology with the use of media resources acts as an integral mechanism that contributes to the most optimal and effective formation of subject biological knowledge, as well as the development of interdisciplinary connections. Various forms of implementation of quest technology in the educational process, real life situations transformed into biological educational and cognitive tasks of the section «Fundamentals of Genetics and Evolution» are proposed as author's methodological recommendations

Keywords: quest technology, web-quest, media education quest, functional literacy of students

© Фортус А.В., 2023

На этапе модернизации система среднего профессионального образования (СПО) претерпевает значительные изменения, при этом ключевым образом пересмотр коснулся инновационных методов обучения. В основе

инновационных методов лежит активное использование информационных, а также телекоммуникационных средств обучения, средств дополненной и виртуальной реальности.

В профессиональной деятельности медицинских работников цифровые технологии помогают в реализации стратегических программ развития страны. Теоретическая и практическая подготовка специалистов медицинского профиля на всех этапах организации образовательного процесса активно применяет технологии электронного, смешанного и мобильного обучения, интерактивные и симулированные образовательные технологии, внедряет способы оценивания результатов учебной деятельности с помощью электронных образовательных ресурсов. Информационные и коммуникационные технологии в проектировании процесса предметного обучения стали неотъемлемым звеном сопровождения образовательной деятельности.

Освоение современных научно-технических достижений, оценка их возможностей, понимание значимости их потенциала для реализации, экономической безопасности, конкурентоспособности и обороноспособности страны, воспитания подрастающего поколения в духе патриотизма требует разработки инновационных моделей общего среднего образования [10]. Цифровые медиакоммуникации занимают сегодня важное место в образовательном процессе. Медийно-опосредованная реальность — образовательно-социальные процессы, институты, субъекты, формирующие содержание медиакоммуникаций и медиаобразования становятся все более частым предметом исследования педагогов. Для результативного применения средств медиаобразования в учебном процессе изучения биологии, у обучающихся должны быть сформированы навыки самостоятельной учебно-познавательной деятельности, благодаря которой возможно совершенствование универсальных учебных действий, развитие критического мышления, оперативное и объективное планирование самообучения, самоконтроля и саморефлексии.

Преимущество квест-технологии заключается в возможности осуществления дифференциации и индивидуализации в образовательном процессе студентов СПО на основе выделения индивидуально-типологических групп обучающихся. Развивая идеи крупного специалиста в области дидактики, профессора И.М. Чередова, нами выделены 4 группы обучающихся СПО на учебных занятиях по биологии: с высшими, высокими, средними и низкими учебными возможностями [2]. Вслед за И.М. Чередовым, под учебными возможностями мы понимаем совокупность и взаимодействие таких аспектов личности обучающегося, как уровень обученности, уровень обучаемости, уровень учебной работоспособности и уровень мотивации [16].

В целях повышения эффективности учебного процесса и проявления активности всей группы учащихся, поддерживая и продолжая идеи И.М. Чередова о многообразии общих форм, (им выделено 9 форм: фронтальная, звеньевая, бригадная, парная, кооперированно-групповая, дифференцированно-групповая, индивидуальная, индивидуализированная, индивидуализированно-групповая), считаем возможным реализацию квест-технологии осуществить при сочетании двух основных форм организации учебной деятельности: фронтальной и дифференцированно-групповой.

Реализация квест-технологии возможна как в традиционной игровой форме на учебном занятии, так и с использованием технических компьютерных средств обучения в качестве задания для самостоятельного выполнения. Отметим, что один из недостатков деятельности при использовании web-технологии — ее пассивность. Часто можно наблюдать вместо диалога пассивное восприятие учащимися заданий и видео-инструкций, подкастов, учебных видео, предметных анимаций и инфографики. К

сожалению, пассивное восприятие информации может привести и к потребительскому отношению ко всем медиаресурсам и медиаинформации, даже создать основу стереотипного односложного мышления. Для обретения понимания обучающимися важно — воспроизведение изученного материала. Понимание у многих достигается только после того, как они воспроизведут (проговорят) учебный материал. Однако при использовании web-технологий этот этап чаще всего не осуществим в полном объеме. Ответы на вопросы теста, никак нельзя назвать воспроизведением, так как в ходе этой деятельности невозможно выстроить «систему взаимодействующего знания». Необходимо приложить значительное усилие, чтобы разработать принципиально новые электронные учебные пособия, выработать нетрадиционные методы и средства учебной деятельности, которые обеспечили бы высокий образовательный эффект консолидации web-технологий и традиционных технологий в обучении биологии. Не смотря на мобильность и многозадачность web-технологии, полноценная замена очного взаимодействия педагога на обучение при помощи современных технических средств, крайне негативная тенденция. На современном этапе цифрового развития, системное, методически обоснованное использование ресурсов медиаобразования при интеграции в предметные области нацелено подготовить поколение к жизни в информационном обществе, разнообразным формам применения полученной информации, критическому восприятию, к оценке медиаресурсов, пониманию их возможностей для формирования и развития личности [10].

Научно-технический и информационный прогресс предполагает постоянное расширение и усложнение массива информации. Подбор эффективных стратегий и инструментов, методик для развития функциональ-

ной грамотности — актуальная проблема современного процесса обучения биологии.

Проблемами информатизации процесса обучения биологии занимались методисты-биологи: О.И. Беляков, Н.В. Борисова, В.В. Пасечник, В.А. Смирнов, В.П. Соломин, В.Н. Стародубцев, О.Н. Стефаненко, С.В. Суматохин, Е.Н. Арбузова, О.Г. Петрова, Е.В. Титов, Л.В. Морозова, Е.А. Филиппов, Г.Г. Швецов и другие.

Для современного образованного человека очень важно зафиксировать полученные знания в виде системы мировоззренческих взглядов. Повышение системности образования весьма многоаспектная задача. В этом вопросе мы поддерживаем мнение М.В. Воронова, в системе образования повышенное внимание должно быть уделено обладающему высоким мировоззренческим потенциалом естественно-научному компоненту образования. Ведь овладение естественно-научным компонентом образования способствует объективному пониманию окружающего мира, развитию творческого креативного мышления и выработке обоснованных решений для будущих специалистов любого профиля [6]. Подтверждается мысль о том, что по мере технологизации и цифровизации сфер жизнедеятельности человек становится все более пассивным и не проявляет своей самоидентичности, снижается уровень творческого развития в продуктах имеющим строгое программное обеспечение и заданное пространство контента. Замечено также, что, когда технические средства начинают доминировать в образовательном процессе, стремясь перенести на себя функции педагога, развитие обучающегося замедляется, процесс обучения теряет привычную двустороннюю коммуникацию, эмоциональную составляющую интеллектуального творческого поиска. Отметим следующую негативную тенденцию: чрезмерное манипулирование средствами

информационно-коммуникационных технологий становится для современного пользователя все более простым делом, в то время как предметно-содержательные задачи, решаемые с их помощью, наоборот, все более усложняются и имеют «мозаичную» картину [3].

Квест-технология с применением медиаресурсов выступает в качестве интегрального механизма, способствующего наиболее эффективному формированию предметного знания студента, проявляемого в его самостоятельной деятельности и развитии функциональной грамотности обучающегося. Одна из задач web-квеста — рациональное использование времени учащегося, поэтому web-квест не является простым поиском информации в Интернете. Преподаватель сам подбирает сайты (текст, графика, звук, видео) и предоставляет список полезных образовательных ссылок. Функция учащегося заключается в том, чтобы найти и выбрать именно то, что он сам считает нужным для подготовки ответа и возможности перехода на следующую ступень (этап) квеста.

Web-квест (WebQuest) — комплексное проблемное задание, для выполнения которого используются информационные ресурсы сети Интернет и локальной базы данных. Цель web-квеста — изучение материала, выполнение контрольных заданий и, на основании полученных навыков и знаний, создание собственного продукта и его презентация.

Медиаобразовательный web-квест — проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого используются информационные ресурсы Интернета и традиционных средств информации (энциклопедии, книги, СМИ, журналы, газеты, учебные видео, телевизионные программы, радиопередачи).

Для обучающихся первого курса программ подготовки специалистов среднего

звена, как правило, характерна низкая мотивационная и инструментально-деятельностная готовность применения потенциала медиаобразовательных ресурсов в процессе обучения. Системное использование со студентами 1 курса специальности 34.02.01 Сестринское дело в образовательном процессе приемов медиаобразования таких как: работа с материалами (фотографиями и фактами) из газет, журналов и новостных сайтов; анализ фотоматериалов из социальных сетей и сети Интернет; анализ видеосюжетов, этикеток, инструкций к лекарственным средствам, продуктам питания, рекламы. Проектирование медиаобразовательных квестов может стать средством вовлечения обучающихся не только в процесс предметного познания, совершенствования универсальных учебных действий, но и расширения кругозора информационного пространства.

Глубокое и всестороннее рассмотрение научного обоснования, различных аспектов теории и практики применения квест-технологии, позволили оценить дидактический потенциал ключевых элементов представленной технологии, таких как: наличие навигаторов, подсказок, предметного антуража, творческой интриги и научного противоречия, игрового сюжета, созидательного поиска, хронологии событий и действий. В квест-технологии имеются элементы технологии проблемного обучения, технологии проектов, коллективно-творческого дела. Любой квест, независимо от того, реализован он в виртуальном или реальном пространстве, предназначен не только для развлечения, а выполняет развивающую функцию, тренируя наблюдательность, сообразительность, внимание, логическое мышление, воображение, работу в команде, деловое сотрудничество, быстроту реакции и другие полезные качества его участников, относящихся к категории функциональной

грамотности. В современном учебно-воспитательном процессе квесты используются на разных этапах занятий — актуализации знаний, открытия или усвоения нового материала, систематизации и обобщения знаний. Технология имеет большой потенциал для «обнажения» межпредметных связей в науке, широко применяется для организации внеурочной деятельности. Данная технология способна обеспечить процесс обучения путем организации системного процесса обмена значимой предметной информацией и межпредметным знанием в ходе решения образовательных задач, моделируя проблемные ситуации, производя оценку действий участников квеста и своего собственного поведения, погружая в реальную творческую атмосферу сотрудничества по решению учебно-познавательных задач. На данный момент можно констатировать недостаточность научных разработок, которые бы раскрывали сущность и возможность применения квест-технологии в процессе обучения биологии и подготовки будущего специалиста в рамках образовательного процесса СПО с целью развития функциональной грамотности обучающихся.

Рассмотрим технические возможности цифровых сервисов для разработки медиаобразовательных web-квестов в курсе биологии. Google Classroom — облачная система с бесплатным инструментарием от Google, позволяющая использование Google-аккаунта, создание презентаций, различных схем, рисунков, а также использование видеохостинга YouTube, различных образовательных сервисов и т.д. Эта платформа не предоставляет готовый учебный материал, а только платформу для размещения авторского материала педагога для определенной группы, класса. На платформе задания можно реализовать в виде тестов, вопросов, кейсов, квестов и т.д. Задания открываются по таймеру, а их прохождение педагог может ограни-

чить по времени. Кроме платформы Google Classroom при разработке web-квестов можно использовать возможности контента Genially — это инструмент, для преподавания и обучения с помощью интерактивных учебных материалов <https://genial.ly/templates/news/> и сервис Joyteka <https://joyteka.com>.

При изучении раздела биологии «Основы генетики и селекции» со студентами 1 курса специальности 34.02.01 Сестринское дело структурного подразделения среднего профессионального образования «Омское медицинское училище железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО ОмГУПС, нами был разработан и реализован медиаобразовательный квест «Эксперты генетики» в качестве обобщающего занятия по разделу. При планировании формы учебной работы на данном занятии мы руководствовались системой общих форм организации учебной деятельности И.М. Чередова и определили ключевой формой учебной работы — кооперированно-групповую.

«На уроках должна быть создана учителем атмосфера сотрудничества и взаимопомощи в овладении знаниями и умениями», — писал ученый-дидакт XX в., профессор, Иван Михеевич Чередов. Ученый отмечал, что однообразие урока, когда на нем каждый день в течение многих лет повторяются в неизменном порядке проверка выполнения домашнего задания, опрос ранее изученного, затем сообщение нового, его закрепление и снова домашнее задание, вызывает у обучающихся скуку, притупляет их внимание [2]. В нашем случае квест-технология оправдана стремлением педагога в организации активного самоуправления на занятии. Деятельность педагога заключается в ознакомлении обучающихся с целями, задачами, планом и этапами работы на занятии согласно маршрутному листу, требованиями к представлению своих результатов перед аудиторией,

условиями получения подсказок по ходу квеста, критериями оценивания. Педагог предпринимает специальные усилия для мобилизации внимания, воли, эмоциональной восприимчивости и практической ценности заданий квеста для будущих медицинских работников.

При кооперированно-групповой форме учебной работы учащиеся распределяются по минигруппам для выполнения части общего задания квеста. При такой организации, ученики сначала взаимодействуют, сотрудничают в минигруппах, а затем в общей группе. Кооперированно-групповая форма учебной работы создает благоприятные условия для применения частично поисковых или исследовательских методов обучения [16]. Благодаря данной форме обучающиеся в процессе учебной деятельности переносятся в активную позицию ученого определенной лаборатории (клинико-генеалогической, цитогенетической, биохимической) и каждый из них превращается в исследователя. В результате прохождения медиаобразовательного квеста «Эксперты генетики» деятельность учащихся должна быть эмоционально окрашена «примеряемой ролью специалиста», такими как заведующий лабораторией, старший научный сотрудник, эксперт, лаборант т.д. Особое внимание необходимо отвести на этапе проектирования, процедуре оценивания, при этом необходимо тщательно продумать не только критерии оценивания, опираясь на которые участники квеста смогут получить объективную оценку своих достижений или успехов соотварающей, но и отметить личностные результаты творческого поиска и оригинального подхода к выполнению задания и его публичному представлению. Разработанный квест «Эксперты генетики» спроектирован с использованием ресурсов медиаобразования и информационно-коммуникационных технологий, ученики обеспечиваются раз-

даточными и дополнительными дидактическими материалами, а также техническими средствами обучения с доступом в сеть Интернет. Рассмотрим несколько заданий медиаобразовательного квеста «Эксперты генетики».

Задание для минигруппы

«Клинико-генеалогическая лаборатория»

К врачу-генетику обратилась здоровая женщина, родившая дочь с алкаптонурией. После выписки из родильного дома, женщина обратилась в клинико-генеалогическую лабораторию по причине окрашивания мочи ребенка в черный цвет. Алкаптонурия — генетическое заболевание, характеризующееся врожденным дефицитом фермента гомогентизиназы и приводящее к неполному расщеплению гомогентизиновой кислоты, ее экскреции с мочой и отложению данного метаболита в тканях (коже, суставных хрящах, сухожилиях, склерах). В ходе беседы выяснилось, что женщина-пробанд состоит в браке со своим двоюродным братом, который не имеет данного заболевания. Мать пробанда и отец мужа (родные сибсы) здоровы. Старшая сестра мужа пробанда страдает этим заболеванием. Его младший брат, две младшие сестры (монозиготные близнецы) здоровы. Родители женщины-пробанда тоже здоровы. Бабушка пробанда здорова, а дед был болен и умер в возрасте 30 лет от кальциноза коронарных артерий (осложнение алкаптонурии), дядя пробанда болел алкаптонурией.

Задания:

1. Используя символы и правила составления родословных, составьте родословную схему по имеющимся данным.
2. Определите тип наследования патологического признака в семье.
3. Укажите членов семьи, являющихся достоверными носителями мутантного гена, и определите их наиболее вероятный генотип.

4. Определите вероятность рождения ребенка больного алкаптонурией у дочери пробанда, при условии, что она выйдет замуж за здорового мужчину, мать которого страдает алкаптонурией.

Задание для мини группы

«Цитогенетическая лаборатория»

1. Фенотипически здоровые родители (женщина 37 лет и мужчина 40 лет) имеют троих детей, двое детей 10 и 12 лет здоровы. У третьего ребенка в родильном доме клинически диагностирован синдром Дауна. Кариотипы отца и матери без особенностей. Какой генетический метод нужно использовать для уточнения диагноза ребенка? Объясните возможные причины рождения в данной семье ребенка с синдромом Дауна.

2. На основании представленных электронных карт изучите кариотипы предполагаемых пациентов (рис. 1), определите патологические признаки и генетические заболевания. Сопоставьте кариотипы с предполагаемыми фенотипами (рис. 2).

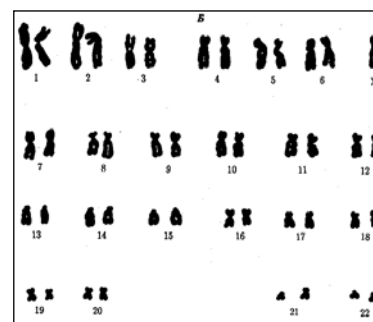
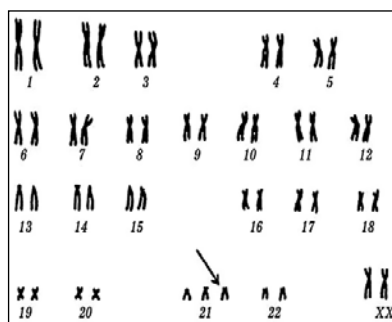
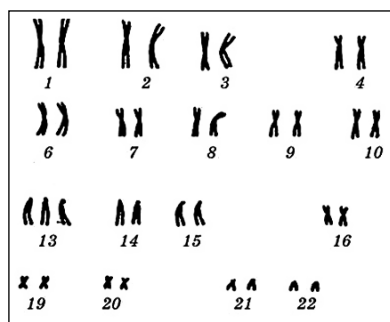


Рис. 1. Кариотипы пациентов



Рис. 2. Фенотипы пациентов

Заполните таблицу об особенностях кариотипа и фенотипа предполагаемых пациентов, имеющих генетические хромосомные заболевания.

Сравнительная характеристика хромосомных заболеваний человека

Название генетического заболевания	Особенности кариотипа	Особенности фенотипа

Задание для мини группы

«Биохимическая лаборатория»

Кареглазый мужчина обратился в биохимическую лабораторию уточнить свою группу крови, группы крови его родителей — III и IV, а при экспресс-анализе мужчине определили — II группу крови. Данный мужчина, мать которого имеет голубые глаза, находится в браке с голубоглазой женщиной с IV группой крови, может ли у этой пары родиться ребенок с карими глазами и III группой крови.

Задания:

1. Определите генотипы родителей и детей.
2. Поясните ответ, используя планшет для определения групп крови.
3. Составьте схему решения задачи.

Задание для мини группы**«Медико-генетическое консультирование»**

В сюжете российской комедии Валерия Чикова «Не валяй дурака», снятой в 1997 г. рассказывается о супружеской светлокожей паре Филимоне и Полине Селивановых, у которых родился сын — темнокожий мулат Василий Селиванов. Мать героини (Полины Селивановой) является светлокожей женщиной, отец афроамериканец.

Задания:

1. Какую ошибку с позиции генетики допустил сценарист фильма? Обоснуйте ответ с указанием вероятности рождения в представленных двух семейных парах светлокожих детей?
2. Может ли у одной пары родителей, где отец темнокожий, а мать со светлой кожей родиться двое детей-близнецов, один из которых светлокожий, а другой — темнокожий? При каких условиях?

Отметим, что в процессе проведения опытно-экспериментальной работы нами были определены трудности в реализации квест-технологии на занятиях по биологии, которые заключались в следующем:

- низкий уровень самостоятельности учащихся в обучении;
- невнимательность при прочтении вопросов, неточность в исполнении заданий;
- неумение распределения действий при работе с большим массивом информации и нарушение временного регламента (тайминга);
- недостаток умений в переносе предметного знания из одной сферы обучения в другую;

- низкий уровень работы с информацией, представленной в графической и иллюстративной форме, сложности в интерпретации и представлении ее в других формах;
- недостаток навыков коммуникации, сложности в формулировании вопросов, составлении выводов и обобщений.

Большинство из перечисленных выше трудностей — последствия низкого уровня познавательного интереса, недостаточно развитых универсальных учебных действий обучающихся и отсутствия мотивации к учебе.

Медиаобразовательные квесты в образовательном пространстве среднего профессионального образования как средство развития медиакультуры обучающихся выступают в качестве перспективной технологии. Изменения, происходящие в настоящее время в обществе, требуют активного внедрения инновационных педагогических технологий, которые способствовали бы развитию творческой личности учащегося, выработке навыков самостоятельной навигации в различных информационных полях, формированию универсальной медиа-информационной грамотности, способствующей разрешению любых проблем, как в процессе реализации профессиональной деятельности, так и в повседневной жизни.

Литература

1. Arbuzova E.N., Khiryanova I.S., Yaskina O.A. Mobile training of future teachers on the basis of innovative educational and methodological complex (on the example of innovative educational and methodological complex «method for teaching biology») // Science, Technology and Higher Education: materials of the III international research and practice conference, Westwood, Canada, October 16, 2013. Westwood, Canada, 2013. – P. 139–144.
2. Арбузова Е.Н., Назаров С.В. Технология игры как условие активизации учебно-познавательной деятельности школьников // Биология в школе. 2020. № 7. С. 14–27.

3. Арбузова, Е.Н. Рефлексивная система обучения в методической подготовке студентов-биологов в педвузе / Е.Н. Арбузова; Омский государственный педагогический университет. Омск, 2016. 394с.
4. Арбузова, Е.Н. Теория и методика обучения биологии: Учебник и практикум в 2-х частях / Е.Н. Арбузова. 2-е издание, исправленное и дополненное. М.: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство ЮРАЙТ», 2020. 319 с.
5. Арбузова, Е.Н. Методика преподавания управленческих дисциплин: учебное пособие для вузов / Е.Н. Арбузова, О.А. Яскина. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2023. 224 с.
6. Воронов, М.В. Системы искусственного интеллекта: учебник и практикум для вузов / М.В. Воронов, В.И. Пименов, И.А. Небаев. М.: Издательство Юрайт, 2023. 256 с.
7. Журич, А.А. Интеграция медиаобразования с курсом химии средней общеобразовательной школы: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02/ Журич Алексей Анатольевич. М., 2004. 454 с.
8. Ибрагимова М.В. Приемы организации интерактивного обучения при изучении естествознания и биологии/ М.В. Ибрагимова// Биология в школе. 2014. №5. С.48.
9. Марина А.В., Напалков С.В. Использование тематических образовательных Web-квестов при изучении биологии // Биология в школе. 2019. №1. С.33–37.
10. Назарова, Т.С. Когнитивные технологии в образовании и мультидисциплинарные учебные комплексы // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогическое образование. 2016. №3.
11. Рубцова, А.В. Конструирование и методика использования ситуационных задач по биологии / А.В. Рубцова, Е.Н. Арбузова, Н.С. Гольцова // Биология в школе. 2015. № 8. С. 36–42.
12. Серовайская Д.Е., Суматохин С.В. Творческие способности: методы и приемы их развития при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 18–24.
13. Суматохин С.В. Биологическое образование на рубеже XX–XXI веков. М.: Школьная Пресса, 2021. 416 с.
14. Теремов, А.В. Формирование информационной грамотности учеников на уроках биологии/ А.В. Теремов, А.П. Аниськина // Биология в школе. 2017. № 5. С. 28–39.
15. Ховрина А.Н., Ховрина Г.Б., Пономарева О.К. Игра как метод формирования системы биологических знаний // Биология в школе. 2018. № 6. С.65–71.
16. Чередов, И.М. Формы учебной работы в средней школе [Текст] / И.М. Чередов. М.: Просвещение, 1988. 159 с.
17. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1. С.15.
18. Суматохин С.В. Биологическое образование в школе цифрового века // Биология в школе. 2020. № 6. С. 13.
19. Суматохин С.В. Биология в обновленном ФГОС основного общего образования // Биология в школе. 2021. № 7. С. 9.
20. Решетина Т.К., Марина А.В., Бусарова Н.В., Напалков С.В. Создание и использование электронного образовательного портала при изучении биологии // Биология в школе. 2020. № 4. С. 36.
21. Ионина Н.Г., Бояркина Ю.А. Использование продуктивных образовательных технологий через обучающие структуры на уроках биологии // Биология в школе. 2020. № 7. С. 28.
22. Барсукова Т.В., Сухлоев М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.
23. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла // Биология в школе. 2021. № 3. С. 43.
24. Герасимова Е.К. Онлайн-презентации как средство представления электронного учебного материала по биологии // Биология в школе. 2021. № 1. С. 34.



РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДСТВАМИ УЧЕБНО-ИГРОВЫХ МОДУЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ОБНОВЛЕНИЯ ФГОС НОО

DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL LITERACY OF SCHOOLCHILDREN BY MEANS OF EDUCATIONAL GAME MODULES IN THE CONDITIONS OF UPDATING THE FEDERAL STATE EDUCATIONAL STANDARDS OF PRIMARY GENERAL EDUCATION

Научно-методическая статья
УДК 372.8

Methodological article
DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_60

Е.В. Авдеева,
аспирант кафедры педагогики ФГБОУ
ВО «Калужский государственный
университет им. К.Э. Циолковского»,
учитель МБОУ «Лицей №9
им. К.Э. Циолковского»,
Калуга,
e-mail: Eva.kspu@mail.ru

E.V. Avdeeva,
post-graduate student of the Department of
Pedagogy of Kaluga State University named
after K.E. Tsiolkovsky,
teacher of Lyceum No. 9
named after K.E. Tsiolkovsky,
Kaluga,
e-mail: Eva.kspu@mail.ru

Аннотация. В статье затрагивается проблема формирования экологической грамотности в процессе получения начального общего образования в школе. Для эффективного развития компонентов экологической грамотности обучающихся автор предлагает использовать технологию интеллектуальной игры «Что? Где? Когда?», которая реализуется в процессе освоения учебного модуля

Abstract. The article touches upon the problem of the formation of environmental literacy in the process of obtaining primary general education at school. For the effective development of the components of ecological literacy of students, the author suggests using the technology of the intellectual game “What? Where? When?”, which is implemented in the process of mastering the training module

Ключевые слова: начальная школа, экологическая грамотность, результаты образования, учебный модуль, игровые технологии

Keywords: primary school, ecological literacy, educational results, modular course, gaming technologies

© Авдеева Е.В., 2023

Тенденции развития современного общества привели к появлению термина «непрерывное образование». Под непрерывным экологическим образованием понимается «непрерывный про-

цесс обучения, воспитания и развития, направленный на усвоение систематизированных знаний, умений и навыков, обеспечивающих ответственное отношение к окружающей природной

среде, формирование общей экологической культуры» [7]. В развивающейся системе непрерывного экологического образования начальной школе отводится ключевая роль. Это связано, прежде всего с тем, что на начальном этапе школьного обучения закладывается фундамент личности и ее будущих многогранных отношений с природой и социумом. Кроме того, младший школьный возраст наиболее благоприятен для развития экологической грамотности, становления основ экологического мировоззрения, формирования ценности здорового образа жизни, бережного отношения к природе, а также нравственных норм и правил поведения.

В настоящее время формирование экологической грамотности населения рассматривается в качестве одной из актуальных педагогических проблем: ликвидация неграмотности в отношении экологических знаний поможет снизить экологические риски деструктивных изменений окружающей среды. Термин «экологическая грамотность» трактуется разными авторами по-своему, и на сегодняшний день единого определения нет. Некоторые ученые считают, что «экологическую грамотность» можно рассматривать как компонент функциональной грамотности, которая обеспечивает человеку полноценное участие в жизни общества, его способность вступать в отношения с окружающей средой, быстро адаптироваться и функционировать в современных условиях [5, 8, 11].

Под *экологической грамотностью* младших школьников мы понимаем характеристику личности, неотъемлемый компонент ее экологической культуры, промежуточный результат экологического обучения, воспитания и просвещения в системе общего образования, представленную совокупностью знаний (о родном крае, окружающем мире, месте в нем человека, взаимоотношениях

человека, природы и общества), проявляющихся в субъективном ценностном отношении к природе, здоровью, безопасности и ответственном поведении в окружающей среде.

Данная проблема находит свое отражение в обновленном федеральном государственном образовательном стандарте начального общего образования (ФГОС НОО), а именно в требованиях к личностным, предметным и метапредметным результатам освоения обучающимися программы начального общего образования [1] (см. табл.).

В современной школе в учебно-воспитательном процессе применяются разнообразные педагогические технологии. Современные образовательные технологии способствуют повышению качества образования, ориентированы на индивидуализацию и вариативность образовательного процесса, академическую мобильность обучающихся, независимо от возраста и уровня образования [9, 10]. Но, несмотря на существующее разнообразие технологий, форм, методов обучения и воспитания, для младшего школьного возраста игра и игровая деятельность была и остается наиболее эффективным средством повышения качества образования (Л.С. Выготский, О.С. Газман, Д.Б. Эльконин и др.).

Игра для ребенка — естественная форма обучения. Обучая посредством игры, мы учим детей не так, как нам удобно дать учебный материал, а как детям удобно его взять. Как подчеркивал В.А. Сухомлинский: «Без игры нет, и не может быть полноценного умственного развития. Игра — это огромное светлое окно, через которое в духовный мир ребенка вливается живительный поток представлений понятий об окружающем мире. Игра — это искра, зажигающая огонек пытливости и любознательности» [9]. Кроме того, в процессе реализации обновленных школьных ФГОС особую актуальность полу-

Результаты освоения программы НОО	Результативные признаки экологической грамотности обучающихся в начальной школе
Личностные (в том числе в части экологического воспитания, ценности научного познания, трудового воспитания, формирования культуры здоровья)	● готовность к саморазвитию; ● мотивация к познанию и обучению; ● ценностные установки; ● активное участие в социально значимой деятельности; ● соблюдение правил здорового и безопасного образа жизни; ● субъективный характер отношения к природе; ● ориентация в деятельности на первоначальные представления о научной картине мира
Метапредметные (основаны на ключевых принципах экологического образования ¹)	● универсальные познавательные учебные действия (когнитивные навыки); ● универсальные регулятивные учебные действия (смысловые установки и жизненные навыки); ● универсальные коммуникативные учебные действия (социальные навыки и эмоциональный интеллект)
Предметные (учебный предмет «Окружающий мир», предметная область «Обществознание и естествознание»)	● уважительное отношение к родному краю, его культуре и природе; ● первоначальные представления о природных и социальных объектах как компонентах единого мира, многообразии объектов и явлений природы; связи мира живой и неживой природы; сформированность основ рационального поведения и обоснованного принятия решений; ● первоначальные представления о наиболее значимых объектах Всемирного культурного и природного наследия в России; ● развитие умений описывать, сравнивать и группировать изученные природные объекты и явления, выделяя их существенные признаки и отношения между объектами и явлениями; ● понимание простейших причинно-следственных связей в окружающем мире; ● умение решать в рамках изученного материала познавательные, в том числе практические задачи; ● приобретение базовых умений безопасной работы с различными доступными источниками информации; ● приобретение опыта проведения наблюдений в окружающей среде и опытов по исследованию природных объектов и явлений с использованием простейшего лабораторного оборудования и измерительных приборов и следование инструкциям и правилам безопасного труда, фиксацией результатов наблюдений и опытов; ● формирование навыков здорового и безопасного образа жизни на основе выполнения правил безопасного поведения в окружающей среде; ● приобретение опыта положительного эмоционально-ценностного отношения к природе, стремления действовать в окружающей среде в соответствии с экологическими нормами поведения

¹ Принципы: экологизации образования; единства переживания, сознания и действия; принцип взаимосвязи глобального, регионального и локального уровней понимания экологических проблем; природосообразности; региональности и краеведения и т.д.

чают активные методы обучения, повышающие учебную мотивацию, побуждающие школьников к познавательной, мыслительной и практической деятельности, что в результате системного применения приводит к

развитию личности ребенка в соответствии с целями современного общества.

В процессе школьного образования, игра может быть использована в нескольких вариантах: как самостоятельная технология,

вид деятельности в обучении и воспитании; в урочной и внеурочной деятельности — как форма организации занятия или его фрагмента; как метод или прием обучения и воспитания, направленный на активизацию психических процессов, педагогическое взаимодействие, социализацию, способ общения субъектов образовательного процесса и т.д. [9].

Использование игровых технологий учителем на уроке часто бывает затруднено по ряду причин:

- ✓ подготовка требует затрат времени, сложности организации процесса и отбора материала;
- ✓ могут возникать проблемы с дисциплиной;
- ✓ игра отвлекает учащихся от содержания основного материала, возникает опасность «заиграться»;
- ✓ отсутствие возможности использовать игры в системе, что снижает результативность методики;
- ✓ затруднение в оценивании деятельности ученика.

Решение этих проблем можно найти в тексте ФГОС 2021 года. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования обеспечивает вариативность содержания образовательных программ, возможность формирования программ начального общего образования различного уровня сложности и направленности с учетом образовательных потребностей и способностей обучающихся (учебный предмет, учебный модуль, учебный курс); освоение школьниками технологий командной работы на основе их личного вклада в решение общих задач, осознание ими личной ответственности, объективной оценки своих и командных возможностей; расширение возможностей для реализации права выбора педагогическими работниками методик обучения и воспитания, методов оцен-

ки знаний, использование различных форм организации образовательной деятельности обучающихся [1]. Также вариативность создается благодаря возможности разработки и реализации Организацией программ начального общего образования, в том числе предусматривающих углубленное изучение отдельных учебных предметов.

Таким образом, с целью повышения уровня экологической грамотности учащихся начальной школы мы предлагаем разработать и апробировать программу учебного модуля, построенного на основе технологий игровой деятельности (дидактические интеллектуальные игры экологического характера).

В 2021–2022 учебном году в основную программу подготовки бакалавров ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского» по специальности 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя профилями подготовки), профиль «Педагогика и методика начального образования и дополнительное образование детей» была включена дисциплина «Практикум по развитию экологической компетентности будущего учителя начальных классов» (6 семестр, 3 з.е.). Данная дисциплина (модуль) включена в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины основной профессиональной образовательной программы высшего образования» и опирается на уже имеющиеся знания и компетенции таких дисциплин базового блока, как «Технологии реализации системно-деятельностного подхода в начальном образовании», «Методика обучения предмету “Окружающий мир”», «Естественно-научные основы начального образования», но при этом укрепляет способность и готовность будущего учителя к осуществлению непрерывного экологического образования и просвещения субъектов образовательного процесса, расширяет представления о моделях, техно-

логиях и методах формирования и диагностики экологической грамотности младших школьников. Результаты изучения дисциплины «Практикум по развитию экологической компетентности будущего учителя начальных классов» являются теоретической и методологической основой для прохождения педагогической практики по получению профессиональных умений и опыта инновационной деятельности.

В фонд оценочных средств контроля промежуточных результатов обучения по данному образовательному модулю вошли: разработка индивидуального образовательного маршрута педагога по развитию экологической компетентности; создание и описание критериально-диагностической модели формирования экологической грамотности школьника; подбор и анализ дидактических возможностей цифровых учебно-методических материалов, используемых для экологического образования и просвещения младших школьников; методическая разработка проекта экотропы как средства и экологической экскурсии как формы обучения и воспитания; составление рабочей программы учебного курса или учебного модуля экологической направленности на основе требований ФГОС к результатам освоения ООП НОО (см. табл.) и др.

Из вышесказанного следует, при проектировании учебного модуля по развитию экологической грамотности младших школьников будущим учителям необходимо основываться на игровых технологиях. На этапе подготовки к выполнению данного задания, были определены ключевые параметры дидактических игр, положенных в основу модуля:

1) по видам деятельности — интеллектуальные;

2) по характеру педагогического процесса — познавательные, воспитательные, развивающие;

3) по характеру игровой методики — игры с заранее установленными правилами;

4) по содержанию — предметные или межпредметные;

5) по форме организации — лично-командные соревнования;

6) по наличию игровой среды (атрибутика, музыка и т.д.);

7) по периодичности — чередование систематически организованной игровой деятельности с подготовкой к новым играм и анализом предыдущих;

8) по цели — должны быть направлены на закрепление, интеграцию и применение основных экологических понятий (то есть на момент игры у школьников уже должно быть сформировано содержание понятия), развитие «гибких навыков»;

9) по результатам — формировать когнитивный (знание), мотивационно-ценностный (отношения), практико-деятельностный (способность и готовность) компоненты экологической грамотности в различных контекстах.

Итогом групповой проектной работы по созданию учебно-методических материалов стала программа учебного модуля «Эко клуб знатоков природы: Что? Где? Когда?», апробированная студентами 4 курса в период педагогической практики в образовательных учреждениях г. Калуги на уроках и во внеурочной деятельности «Окружающего мира» в III–IV классах. Выбор обучающихся этого возраста объясняется формированием универсальных учебных действий (познавательных, регулятивных, коммуникативных), формирование которых в I–II классах носит пропедевтический характер. Программа модуля рассчитана на 17 ч. (2 ч. в каждой четверти).

Общий замысел модуля. Программа направлена на развитие мотивации и готовности учащихся повышать свою экологическую

грамотность, осознанно придерживаться здорового и экологически безопасного образа жизни, вести работу по экологическому просвещению, ценить природу как источник духовного развития, информации, красоты, здоровья, материального благополучия. В учебно-познавательной части модуля у школьников на основе имеющихся знаний и принципов экологического образования формируется ценностное представление о живой природе как об устойчиво неравновесном, открытом системном комплексе, базовый объект изучения которого — организм, который рассматривается как устойчиво неравновесная открытая система «здесь и сейчас», «в пространстве и времени», «в единстве со всем» [5].

В игровой части модуля в процессе совместной деятельности и ее рефлексии создаются условия для интеграции универсальных учебных действий, что способствует формированию и реализации школьниками активной созидательной личностной позиции в экологической деятельности, готовности к самостоятельным продуктивным решениям в ситуациях нравственно-экологического выбора.

«Большая идея» модуля. Ключевая идея модуля — всё связано со всем. В 1970-х гг. биолог и эколог Барри Коммонер изложил в виде простых афоризмов четыре правила экологии, благодаря которым он приобрел широкую известность. Б. Коммонеру удалось научно-популярным языком объяснить обществу опасности легкомысленного отношения к окружающей среде. Первый постулат «Все связано со всем» говорит о том, что в окружающем мире все компоненты связаны друг с другом. Если человечество портит что-то в одном месте биосферы, то это непременно влияет на другие. Поэтому очень важно научиться понимать и анализировать, выстраивать собственную траекторию развития, понимая свою природу и

принимая своё единство с окружающей средой, биосферой, в которой эволюционировал вид «Человек разумный».

В качестве *мотивирующего задания* (проблемы) в содержание модуля предлагается включить в обсуждение шутовское высказывание английского ученого Ч. Дарвина: «Чем больше в Англии старых дев, тем сильнее британский флот» [3] (данное утверждение раскрывает цепочку логических УУД, показываем механизм функционирования пищевых сетей, а также является наглядной иллюстрацией основной идеи модуля). Также обучающимся можно предложить побыть в роли великих ученых и попытаться составить подобные умозаключения. По итогам выполнения данной работы можно провести предварительное оценивание. Также на первом уроке модуля школьники получают или актуализируют ориентировочную информацию (узнают историю игры «Что? Где? Когда?» и ее правила).

На следующем этапе нужно создать банк заданий модуля — наиболее трудоемкая часть учебно-методической разработки. В нашем случае мы опирались на ключевые термины и экологические понятия курса «Окружающий мир», а также достижение личностных, предметных и метапредметных результатов образования (согласно Примерной рабочей программы начального общего образования). Подобранные задания должны быть двух типов: 1) для личного соревнования (выполняются индивидуально на этапе отбора в команду по сериям игр — осенние, зимние, весенние и летние) задания составляются по типу учебных познавательных задач; 2) для командного соревнования по секторам: общие вопросы (обсуждение 60 секунд), сектор блиц и супер-блиц (обсуждение по 20 секунд). При подборе и составлении заданий этого блока необходимо опираться на несколько общепедагогических и частных принципов:

- ✓ научная обоснованность, системность, последовательность;
- ✓ возрастная и социокультурная адекватность;
- ✓ практическая целесообразность;
- ✓ системно-деятельностная организации обучения и воспитания;
- ✓ междисциплинарность экологического знания, базирующиеся на комплексном подходе к познанию и развитию человека, общества, природы;
- ✓ интеграция содержания различных видов экологически ориентированной деятельности младших школьников;
- ✓ соблюдение требований информационной безопасности младших школьников;
- ✓ краеведческая направленность.

Задания целесообразно разбить на контексты (тематические области): здоровье, природные ресурсы, окружающая среда, опасности и риски, наука и технологии.

Приведем примеры некоторых заданий игровой части модуля первого типа (этап отбора, можно использовать различные источники информации, но в ответе их необходимо указать):

а) что называют «белой смертью» для человека и почему? (Ученикам предлагается подумать соль или сахар, почему в избытке или недостатке они опасны человека);

б) как исчезнувшие и вымершие растения приносят пользу людям в настоящее время? (Рассуждение об образовании полезных ископаемых — угле, торфе и их значении в жизни человека);

в) рассмотрите на предложенных карточках символы экологической маркировки упаковок и сделайте предположения об их значениях. Предложите свой знак экологической маркировки. Для каких предметов ее можно использовать?

В качестве заданий игрового модуля второго типа (командных) можно использовать:

а) общий вопрос: «Тупики — птички очень деятельные: они окунаются в морскую воду и возвращаются в воздух, их лапки постоянно карабкаются по валунам, выгребают килограммы земли. Тупики живут долго. Ученые предполагают, что 30 лет — не предел, хотя следует сказать, что птицы эти мало изучены. А по какой причине? Подумайте, и через минуту предложите свой ответ». *Ответ:* деятельность птиц приводит к быстрому стиранию и потере колец, так как основной метод изучения птиц кольцевание.

б) блиц-вопрос: «В какое время года в сказке «Двенадцать месяцев» расцвели подснежники? Может ли такое быть в нашей области и почему?»

в) командный вопрос: «В Приокско-Террасном биосферном заповеднике разводят крупное млекопитающее животное, которое является на сегодняшний день единственным, спасенным человеком от вымирания. По традиции, имена этих животных начинаются на слоги «Мо» и «Му»: Муравка, Мурзилка, Молния, Москвитянин и т.д. Через минуту скажите, о каких животных идет речь, и придумайте имена самке и самцу»;

г) блиц-вопрос: «О какой познавательной телепередаче про живых существ идет речь в перевертыше «Из войны людей»?»

Стоит отметить, что в проведении и организации подобных игровых уроков активно принимали участие родители и старшеклассники — придумывали вопросы, записывали и присылали школьникам для обсуждения. Вот пример вопроса от родителей: «Перед вами фото остановок общественного транспорта. Подобные остановки и контейнеры рядом с ними вы могли видеть в нашем городе и зимой и летом. Для чего рядом с ними поместили контейнеры? Что должно быть в этих контейнерах?» *Ответ:* в контейнерах песок от гололеда и пожаров.

В рабочую программу учебного модуля также включен блок рефлексии и самооцен-

ки (помимо мотивационно-ориентирующего блока и блока заданий). После каждого проведенного игрового занятия систематически необходимо коллективно разбирать задания по типам и способам их решения, учить обучаемых: «читать», «слышать», анализировать вопросы, осуществлять поиск решения на основе алгоритмических и эвристических подходов [4]. Такие занятия менее увлекательны для школьников, но более продуктивны с точки зрения результата.

Таким образом, учебно-игровой модуль «Экоклуб знатоков природы: Что? Где? Когда?» дополняет и углубляет знания учащихся, полученные в ходе изучения учебного предмета «Окружающий мир», ориентирован на развитие универсальных учебных действий, формируемых средствами всех учебных предметов, способствует развитию их экологической грамотности как неотъемлемому компоненту функциональной грамотности современного школьника.

Литература

1. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования. Утвержден Приказом Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. №286.
2. Авдеева Е.В. Экологическая басня // Биология в школе. Электронное приложение. №1. 2018. №3.
3. Авдеева Е.В. Система заданий по экологии популяций // Биология в школе. 2022. №7.
4. Демьянков Е.Н. Решение учебных познавательных задач по биологии // Биология в школе. 2013. №8.
5. Ермаков Д.С. Экологическая грамотность учащихся: теория и практика // Биология в школе. 2016. №5.
6. Зайкова Л.А. Экологические знаки для сохранения и восстановления природной среды // Биология в школе. 2018. №5.
7. Ильин И.В., Урсул А.Д., Урсул Т.А., Андреев А.И. Образование для устойчивого развития в России: проблемы и перспективы (Экспертно-аналитический доклад). М.: Московская редакция издательства «Учитель»; Издательство Московского университета, 2017. 207 с.
8. Самкова В.А. Об основных подходах к конструированию текстовых заданий при диагностике и оценке экологической грамотности учащихся // Биология в школе. 2015. № 6.
9. Селевко, Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. В 2-х т. Т.1. / Г.К. Селевко. М.: Народное образование. 2005. 556 с. Режим доступа: [https://www.stavcivr.ru/metod-kopilka/Г.%20Селевко_Энциклопедия%20образовательных%20технологий%20\(1%20том\).pdf](https://www.stavcivr.ru/metod-kopilka/Г.%20Селевко_Энциклопедия%20образовательных%20технологий%20(1%20том).pdf)
10. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1.
11. Суматохин С.В. Биологическое образование в школе цифрового века // Биология в школе. 2020. № 6. С. 13.
12. Суматохин С.В. Биология в обновленном ФГОС основного общего образования // Биология в школе. 2021. № 7. С. 9.
13. Суматохин С.В., Ногербек А.Д., Чилдибаев Ж.Б. Формирование креативности у будущего учителя биологии // Биология в школе. 2022. — № 8. — С. 46.
14. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла // Биология в школе. 2021. № 3. С. 43.
15. Борзова З.В., Пашаева М.Э. Экологическая культура как основа формирования любви к природе // Биология в школе. 2020. № 3. С. 54.
16. Ермаков Д.С. Охрана окружающей среды и формирование экологической культуры населения в Конституции Российской Федерации // Биология в школе. 2020. № 8. С. 40.
17. Захаров В.М. Концепция экологического образования // Биология в школе. 2022. № 6. С. 40.

В блокнот учителя

- В наше время только 0,001% человечества имеет возможность дышать чистым воздухом, соответствующим принятой ВОЗ норме содержания загрязнений. К такому выводу пришли экологи из Мельбурна (Австралия), обработав данные по составу атмосферы в мире.
- Швейцарские биологи начали применять специально разработанный дрон для изучения фауны леса. Взлетая от верхушек крон, аппарат прижимает к поверхности листьев и к коре веток клейкую пленку. Ее затем анализируют в лаборатории. Новая техника испытывалась на 7 видах деревьев в тропическом лесу Сингапура и в зоопарке Цюриха, причем за день так можно обследовать 100 гектаров. Найдены следы ДНК 21 группы организмов, включая птицы, насекомых и млекопитающих.
- Международная группа ботаников обследовала земной шар в поисках разных видов деревьев, и к 2021 г. насчитала 58497 видов, из которых 17510 признаны находящимся под угрозой исчезновения. Из этих последних около 2800 могут исчезнуть в ближайшие годы, 142 вида сохраняются только в ботанических садах, и, по оценкам дендрологов, еще 9000 пока не открыты. Так как в природе все взаимосвязано, исчезновение какого-то вида деревьев может повлечь за собой разрушение всей сети организмов, на нем живущих, питающихся, способствующих его сохранению.
- Все видели обычных медоносных пчел. Гораздо менее известны пчелы, живущие поодиночке и не приносящие нам свои продукты, но очень важные для опыления растений, в том числе сельскохозяйственных. Английские экологи решили, что одиночным пчелам надо предоставить место для жилья в городах и поселках. Предполагается часть кирпичей заменить специальными блоками с заранее сделанными норками. Блок отличается цветом, чтобы прилетающим жильцам было проще его заметить.
- По данным энтомологов из университета Мэриленда (США), за последние полвека продолжительность жизни рабочей пчелы упала почти вдвое — с 34 до 18 дней. Это может быть связано с появлением новых пестицидов или болезней.
- Цветок карликового южноамериканского растения кальцеолария одноцветковая поднимается от земли не выше 10 см. Вид происходит с архипелага Огненная Земля. Опыляющих его пернатых он привлекает специальным сладким выростом белого цвета. Пока птица клюет приманку, тычинки, находящиеся в верхней части цветка, наносят пыльцу на ее голову и спинку. Затем пыльца переносится на следующее растение.

(По страницам периодических изданий)



ИЗУЧАЕМ ФАУНУ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ. СКОПА

WE STUDY THE FAUNA OF THE RUSSIAN FAR EAST. PANDION HALIAETUS (L., 1758)

Методическая статья

УДК 37.035.461

Methodological article

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_69

Н.В. Репш,

кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: repsh_78@mail.ru,

N.V. Repsh,

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor,
e-mail: repsh_78@mail.ru

С.А. Берсенева,

кандидат биологических наук, доцент,
проректор по учебной работе,

S.A. Berseneva,

Candidate of Biological Sciences, Associate
Professor, Vice Rector for Academic Affairs,

А.Н. Белов,

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент, Дальневосточный федеральный
университет,

A.N. Belov,

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor,

А.С. Коляда,

кандидат биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Приморская
государственная сельскохозяйственная
академия»

A.S. Kolyada,

Candidate of Biological Sciences, Associate
Professor,
Primorskaya State Agricultural Academy

Аннотация. Дальний Восток — территория опережающего развития, необходимо воспитывать у учащихся бережное отношение к природе, понимание необходимости гармоничного, индустриального и природоохранного развития. Познавательные задачи при этом объединяются с задачами патриотического воспитания учеников

Abstract. The Russian Far East is a territory of advanced development, it is necessary to educate schoolchildren to respect nature, an understanding of the need for harmonious, industrial and environmental development. At the same time, cognitive tasks are combined with the tasks of patriotic education of schoolchildren

Ключевые слова: скопа, экологические особенности скопы, Приморский край

Keywords: Pandion haliaetus, environmental features of the Pandion haliaetus, Primorye Territory

© Репш Н.В., Берсенева С.А., Белов А.Н., Коляда А.С., 2023

Как известно базовое биологическое образование должно обеспечить обучающимся биологическую, экологическую, природоохранительную грамотность. Освоение знаний об основ-

ных биологических теориях, идеях и принципах, строении, многообразии и особенностях биосистем; выдающихся биологических открытиях и современных исследованиях в биологической



науке вносит существенный вклад во всестороннее развитие личности, формирует у подрастающего поколения современную естественно-научную картину мира.

Преподавание школьного курса биологии дает более позитивные образовательные результаты, если связывать учебный процесс с внеурочными занятиями, значение которых в общей системе обучения и воспитания сегодня возрастает.

Основной формой внеурочной работы по биологии является кружок. Кружковая работа призвана вызывать интерес у учащихся, увлекать их различными видами деятельности, изучению флоры и фауны родного края, что позволяет реализовывать краеведческий принцип, способствующий активному самостоятельному усвоению школьниками учебного материала и приобретению навыков, необходимых в жизни.

Вопросу реализации краеведческого принципа в процессе преподавания биологии в методике, как науке, всегда уделялось повышенное внимание. Но, утверждать, что проблема решена в полном объеме, было бы неправомерно. До настоящего времени отсутствуют конкретные методические рекомендации по отбору краеведческого материала для использования его в учебном процессе (на уроках, факультативных занятиях, внеурочной, внеклассной работе) с целью повышения эффективности обучения биологии. В условиях Дальнего Востока, в том числе Приморского края, где флора и фауна существенно отличается от таковых Европейской части нашей страны, а порой неповторима и оригинальна, это особенно актуально [1].

ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЯ

Занятие проводится с использованием метода активного обучения (работа в малых

группах) и направлено не только на проверку усвоения и понимания знаний, но и на осуществление разнообразной мыслительной деятельности. Учащиеся кружка заранее делятся учителем на 3 группы по 3–4 человека. Каждой группе предоставляется информация по скопе: I группа – распространение и численность скопы; II группа – морфология и биология скопы; III группа – экологические особенности скопы в Приморском крае. Форма изложения биологического текста по данному виду подается в научно-популярном или научно-художественном стиле. Кроме представленной учителем информации по данному виду, учащиеся могут использовать информацию в сети Интернет для раскрытия своей темы, научно-популярную литературу, а также консультацию учителя при необходимости. Как результат работы в малых группах ученики должны будут подготовить доклад в сопровождении презентации.

Доклады учащихся заслушиваются на занятии кружка. Занятие начинается с того, что учитель формулирует тему, цель и задачи. Далее заслушиваются выступления учеников и обсуждается представленный материал. В конце подводятся итоги, формулируются выводы. В качестве домашнего задания для закрепления материала предлагается ряд вопросов и заданий, отвечая на которые школьники могут использовать интернет-ресурсы.

Примерное содержание биологического текста для учащихся

Скопа (*Pandion haliaetus* (L., 1758)) – птица семейства Скопиные (Pandionidae) из отряда Ястребообразные (Accipitriformes).

Морфология. Скопа — крупная хищная птица с длинными и острыми крыльями. Длина самцов — 50–55 см, масса — 1,1–1,6 кг; длина самок — 58–65 см, масса — 1,6–2,0 кг; размах крыльев 145–170 см. Перья на затыл-



Скопа (*Pandion haliaetus*)

ке удлинены, образуя слабо выраженный хохолок. Заглазничные полосы, спина, хвост и крылья чёрно-бурые; белый низ; темная полоса на груди. Клюв — тёмный, а восковица и ноги — голубовато-серые. У скопы плотное оперение, которое практически не намокает в воде. Это приспособление необходимо птице в такие моменты, когда ей приходится пикировать на добычу, погружаясь в воду примерно на глубину до 0,5 метра. В полёте бросается в глаза контрастный чёрно-белый рисунок на крыльях и закруглённый полосатый хвост [10].

Распространение. Скопа — космополитичный вид птиц, встречающихся на всех континентах, кроме Антарктиды. На зимовку мигрирует в Африку, Юго-Восточную Азию и Южную Америку. В России вид распространен повсеместно, отмечен и на территории Приморского края [2].

Биология и экология скопы. С зимовок птица прилетает в апреле-мае, когда водоемы полностью вскрылись ото льда. Гнездится скопа на морских побережьях, а также вблизи крупных рек и озёр. Места гнездо-

вания в Приморском крае — Лазовский заповедник [6], бассейны рек Артёмовка и Партизанская, междуречье рек Грязная и Ананьевка [7].

Охотится скопа на пресных и соленых водоёмах. Летая над водоемом, птица ищет пищу. После обнаружения рыбы скопа зависает над добычей. Когда птица зависает в воздухе, она держит крылья изогнутыми концами вниз. Рыба массой до 1,5–2 кг — основная добыча для скопы. В среднем за сутки выводок потребляет от 4 до 5 рыб общей массой 700–900 г, а всего за лето — в среднем 150 кг. Крупные холодные озера и перекаты, с находящимися рядом высокими деревьями, пригодными для гнездования, являются оптимальными местами обитания. Гнездо строят оба партнера на вершинах крупных деревьев, используя их по несколько лет. В кладке от 2 до 3 яиц. Насиживает в основном самка, в течение 35–40 суток. В гнезде птенцы проводят почти два месяца. Половозрелыми птенцы становятся по истечению трёх лет. Срок жизни скопы достигает до 25 лет [3].

Ограничивающие факторы и проблемы охраны. Ограничивающими факторами для скопы являются: трансформация местообитаний в результате хозяйственной деятельности человека (лесозаготовки, пожары, прокладка дорог и т.п.), а так же загрязнение водоёмов нефтепродуктами и пестицидами, уменьшение запасов рыбы, отстрел птиц, дефицит деревьев, пригодных для строительства гнёзд. Влияние данных факторов может привести к снижению численности вида или полной его гибели.

Для Приморского края скопа — редкий гнездящийся вид, численность которого во второй половине XX столетия значительно сократилась. Включена в Красную книгу России [5] и Приморского края [4], а также в список редких позвоночных животных Дальнего Востока России [8].

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ

1. Почему во время охоты на озерах оперение скопы не намокает?

2. Назовите места гнездования птицы на территории Приморского края?

3. Можно ли по внешнему виду отличить самку и самца скопы? Свой ответ поясните.

4. Как вы понимаете термин «пикировать»? Ответ поясните.

5. Какие ограничивающие факторы оказывают влияние на численность вида?

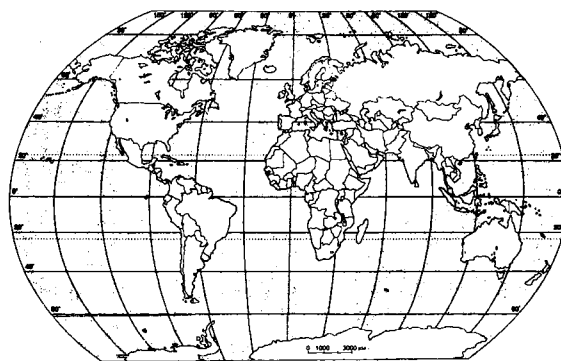
6. Молодой орнитолог Михаил приехал в Лазовский заповедник с целью сделать несколько фотографий скопы для научного журнала. Пройдя километр в глубину леса, он увидел на земле ветви, палки, водоросли, траву и перья скопы. Предположите, с какой целью птица могла использовать данный материал?

7. Прочитайте текст, разгадайте ребус и сделайте предположение, почему в народе скопу называли именно так?

У этой птицы короткий крючковатый клюв, мощные лапы-клещи, острые цепкие когти, глаза, которым позавидует любой «очкарик». Напоминает ястреба. Однако отличается этих хищников только пища, которую они потребляют. Ястреб любит побаловать себя змеями, мышами, птицами.



8. Перед тобой карта мира. Закрась зелёным цветом материки, на которых распространена скопа, красным – места, где птица не обитает и не гнездится. Почему у скопы такой ареал? Ответ поясните.



9. Верны ли следующие утверждения об образе жизни скопы?

А. Гнезда строят оба партнера на вершинах крупных деревьев, используя их по несколько лет.

Б. В среднем за сутки выводок потребляет от 4 до 5 рыб общей массой 700–900 г, а всего за лето – в среднем 150 кг.

1) Верно только А.

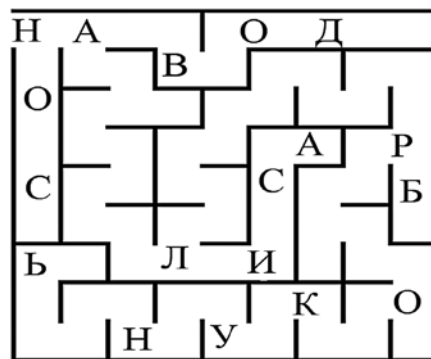
2) Верно только Б.

3) Верны оба суждения.

4) Оба суждения неверны.

10. Прочитайте текст, пройдите лабиринт и узнайте, кто является главным врагом скопы в природе?

Несмотря на внушительные размеры, у скопы есть природные враги. В первую очередь, это *****, которые видят в них конкурентов и пытаются вытеснить с мест гнездовий и охоты. Во-вторых, угрозу виду представляют филины и совы, дожидаясь ночи и таскающие под покровом темноты птенцов.



КРАТКИЕ ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ

1. Оперение скопы плотное и практически не намокает в воде. Это приспособление помогает птице добывать себе пищу, погружаясь в воду.

2. Места гнездования птицы в Приморском крае — Лазовский заповедник, бассейны рек Артёмовка и Партизанская, между речью рек Грязная и Ананьевка.

3. Скопа — крупная хищная птица, самки крупнее самцов. Длина самцов — 50–55 см, масса — 1,1–1,6 кг; длина самок — 58–65 см; масса — 1,6–2,0 кг; размах крыльев птицы — 145–170 см.

4. Пикировать – снизиться (снижаться) на большой скорости в почти вертикальном положении. Пикирование обычно производится с максимально возможной скоростью. Во время удара голова хищной птицы расположена впереди, пальцы лап растопырены, а сами лапы прижаты к телу по бокам кия.

5. Ограничивающими факторами для скопы являются: трансформация местообитаний в результате хозяйственной деятельности человека (лесозаготовки, пожары, прокладка дорог и т.п.), а так же загрязнение водоёмов нефтепродуктами и пестицидами, уменьшение запасов рыбы, отстрел птиц, дефицит деревьев, пригодных для строительства гнёзд представляют угрозу для данного вида.

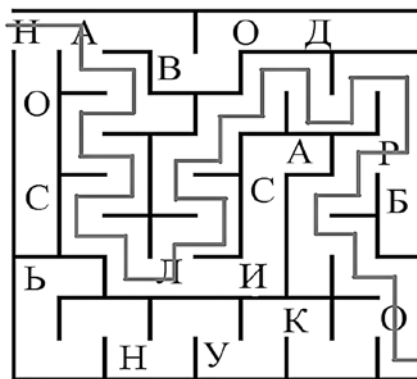
6. Для гнездования необходимо большое дерево вблизи водоёма. Материал для постройки гнезда: ветви, палки, а для скрепления – водоросли и трава.

7. Ястреб – рыбовлов. Скопа – песковегетарианка, питается, в основном, рыбой, поэтому и предпочитает селиться у воды.

8. Скопа – космополит. Так называют виды животных или растений, которые обитает повсеместно. Скопа распространена на всех материках, кроме Антарктиды. Для Приморского края скопа является редким гнездящимся видом, численность которого во второй половине XX столетия значительно сократилась.

9. Верны оба суждения (ответ: 3).

10. Орлан.



Инструкция для изучения скопы с использованием интернет-ресурсов

1. Найдите в сети Интернет различные материалы и фотографии по данной теме.

2. Внимательно изучите их. Обратите внимание на ранее неизвестный для вас материал.

3. Выделите и зафиксируйте основные факты, вызвавшие у вас интерес.

4. Подготовьте доклад и презентацию по материалам вашего исследования.

5. В конце презентации представьте выводы по материалам вашего исследования.

6. Защита доклада с презентации перед другими учащимися проводится на очередном заседании кружка.

7. Лучший, по мнению учащихся, доклад с презентацией переносится на электронный носитель и передается в открытый доступ через школьную библиотеку.

Литература

1. Белов А.Н., Репиш Н.В., Шурухина Т.Н. Флора Дальнего Востока. Бархат амурский // Биология в школе. 2021. № 3. С. 74–80.

2. Воробьев К.А. Птицы Уссурийского края. М.: АН СССР, 1954. 360 с.

3. Глуценко Ю.Н., Никифорова В.В. Экологические группы птиц (на примере птиц Приморского края): Учебное пособие. Уссурийск, 2015. 157 с.

4. Красная книга Приморского края. Животные [Электронный ресурс]. Владивосток, 2005. 408 с. Режим доступа: <http://redbookpk.ru/>

5. Красная книга Российской Федерации (Животные). М.: Изд-во АСТ, Астрель, 2001. 863 с.

6. Лантнев А.А., Медведев В.Н. Птицы: Кадастр наземных позвоночных животных Лазовского заповедника (аннотированные списки видов). Владивосток: Дальнаука, 1995. С. 10–42.

7. Назаров Ю.Н. Встречи редких птиц в Приморском крае // Распространение и биология птиц Алтая и Дальнего Востока. Труды ЗИН АН СССР. Л.: Наука, 1986. Т. 130. С. 81–83.

8. Редкие позвоночные животные советского Дальнего Востока и их охрана. Л.: Наука, 1989. 239 с.

9. Спангенберг Е.П. Птицы бассейна реки Имана // Исследования по фауне Советского Союза (Птицы). М.: Изд-во МГУ, 1965. С. 98–202.

10. Теличко О.Н. Хищные птицы Приморского края: краеведческий материал для использования в школьном и вузовском курсах зоологии. Уссурийск: Изд-во ДВФУ, 2018. 14–36 с.

11. Шульпин Л.М. Промысловые, охотничьи и хищные птицы Приморья. Владивосток, 1936. 436 с.

12. Борзова З.В., Пашаева М.Э. Экологическая культура как основа формирования любви к природе // Биология в школе. 2020. № 3. С. 54.

13. Ермаков Д.С. Охрана окружающей среды и формирование экологической культуры населения в Конституции Российской Федерации // Биология в школе. 2020. № 8. С. 40.

14. Барсукова Т.В., Сухлоев М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.

15. Борзова З.В. Формирование естественно-научной грамотности — приоритетная цель изучения предметов естественного цикла // Биология в школе. 2021. № 3. С. 43.

16. Суматохин С.В. Биологическое образование в школе цифрового века // Биология в школе. 2020. № 6. С. 13.

17. Суматохин С.В. Биология в обновленном ФГОС основного общего образования // Биология в школе. 2021. № 7. С. 9.

18. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1. С.15.



ЭТО ИНТЕРЕСНО

Сколько разных букашек может прятаться в человеческом жилье? Исследователи из Университета штата Северная Каролина прошли по частным домам, собирая в них всевозможных членистоногих — и в итоге оказалось, что в среднем в каждом доме можно найти около сотни видов жуков, пауков, мушек, ос, мотыльков, многоножек и т. д. В целом по всем пятидесяти домам улов составил 579 видов из 304 семейств, и список этот, скорее всего, далеко не полон. Исследователи собирали домашних членистоногих в период с мая по октябрь, чтобы понять, кто из них действительно «любит» человеческий дом, а не просто прячется в нём от холодов. Большую часть из наших «гостей» мы не видим, они прячутся по чердакам и подвалам. Срок их жизни короток, партнёра для размножения в доме найти для них трудновато, так что беспокоиться, что ваш дом окажется сметён нашествием членистоногих не стоит — тем более, что среди них есть много хищников, которые естественным образом уменьшают численность «постояльцев».



Биология в школе. 2023. № 7. С. 75–80

Biology at school. 2023. № 7. P. 75–80

ИЗУЧАЕМ ФЛОРУ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ. ЖЕЛТОЦВЕТ АМУРСКИЙ

WE STUDY THE FLORA OF THE RUSSIAN FAR EAST. *CHRYSOCYATHUS AMURENSIS* (REGEL ET RADDE) HOLUB

Методическая статья

Methodological article

УДК 37.091.3

DOI 10.47639/0320-9660_2023_7_75

А.С. Коляда,кандидат биологических наук, доцент,
e-mail: a.s.pinus@mail.ru,**Н.В. Репш,**

кандидат биологических наук, доцент,

А.Н. Белов,кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Института землеустройства и
агротехнологий, Приморская государственная
сельскохозяйственная академия,**С.А. Берсенева,**кандидат биологических наук, доцент,
директор Центра инклюзивного образования,
С.-Петербургский государственный
университет**A.S. Kolyada,**Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor,
e-mail: a.s.pinus@mail.ru,**N.V. Repsh,**Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor,**A.N. Belov,**Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor, Institute of Land Management and
Agrotechnologies, Primorskaya State Agricultural
Academy**S.A. Berseneva,**Candidate of Biological Sciences, Associate
Professor, Director of the Center for Inclusive
Education, Saint Petersburg State University

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы реализации краеведческого принципа на уроках и во внеурочной работе (кружки, экскурсии, олимпиады и т.п.). В частности, уделено внимание рассмотрению морфологических и экологических особенностей желтоцвета амурского в Приморском крае

Ключевые слова: желтоцвет амурский, распространение, особенности строения значение для человека

Abstract. The article deals with the implementation of the principle of local lore in the classroom and in extra-curricular activities (circles, excursions, olympiads). In particular, attention is paid to the consideration of the morphological and ecological features of the *Chrysocyathus amurensis* in Primorye Territory

Keywords: *Chrysocyathus amurensis*, distribution, structural features, value for a person

© Коляда А.С., Репш Н.В., Белов А.Н., Берсенева С.А., 2023

Базовое биологическое образование должно обеспечить обучающимся биологическую, экологическую, природоохранительную грамотность. Освоение знаний об основных биологических теориях, идеях и

принципах, о строении, многообразии и особенностях биосистем, выдающихся биологических открытиях и современных исследованиях в биологической науке вносит существенный вклад во всестороннее разви-

тие личности, формирует у подрастающего поколения современную естественно-научную картину мира [3, 7]. Преподавание школьного курса биологии дает все более позитивные образовательные результаты, если связывать учебный процесс с внеурочными занятиями, значение которых в общей системе обучения и воспитания сегодня возрастает [1, 2, 5, 10]. Основной формой внеурочной работы по биологии является кружок. Кружковая работа позволяет реализовать краеведческий принцип, который способствует активному самостоятельному усвоению учащимися учебного материала и приобретению навыков, необходимых в жизни.

Вопросу реализации краеведческого принципа в процессе преподавания биологии в методике, как науке, всегда уделялось повышенное внимание. Но, утверждать, что проблема решена в полном объеме, было бы неправомерно. До настоящего времени отсутствуют конкретные методические рекомендации по отбору краеведческого материала для использования его в учебном процессе (на уроках, факультативных занятиях, внеурочной, внеклассной работе) с целью повышения эффективности обучения биологии. В условиях Дальнего Востока, в том числе Приморского края, где флора и фауна существенно отличается от таковых Европейской части нашей страны, а порой неповторима и оригинальна, это особенно актуально [1].

ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАНЯТИЯ

Занятие проводится с использованием метода активного обучения — работа в малых группах и направлено не только на проверку усвоения и понимания знаний, но и на осуществление разнообразной мыслительной деятельности детей. Учащиеся кружка заранее делятся на 3 группы по 3–4 человека. Каждой группе предоставляется

информация по желтоцвету амурскому: I группа — распространение и природоохранный статус желтоцвета амурского; II группа — морфология и экология желтоцвета амурского; III группа — значение желтоцвета в природе и жизни человека. Форма изложения биологического текста подается в научно-популярном или научно-художественном стиле. Кроме представленной учителем информации по данному виду, учащиеся могут использовать информацию в сети Интернет, научно-популярную литературу, а также консультацию учителя при необходимости. Как результат работы в малых группах ученики должны будут подготовить доклад в сопровождении презентации.

Доклады учащихся заслушиваются на занятии кружка. Занятие начинается с того, что учитель формулирует тему, цель и задачи. Далее заслушиваются выступления учеников и обсуждается представленный материал. В конце занятия подводятся итоги, формулируются выводы. В качестве домашнего задания для закрепления усвоенного материала, предлагаются вопросы и задания, отвечая на которые школьники могут использовать интернет-ресурсы.

Примерное содержание биологического текста для учащихся

Один из наиболее ярких признаков весны — цветение растений. В отличие от большинства деревьев, цветущих довольно невзрачно, ранневесенние травы в большей степени раскрашивают унылый пейзаж, радуя глаз цветовой гаммой распустившихся цветков. В разных уголках нашей страны на роль самого раннего весеннего цветка претендуют различные растения — пролески, медуницы, ветреницы, а где-то прострел либо первоцвет.

На юге Дальнего Востока России несомненным рекордсменом является желтоцвет амурский (*Chrysocyathus amurensis* (Regel et

Radde) Holub). Еще лежит снег, а проталины, обычно на южных склонах сопок, уже сверкают желтыми бликами его цветков. Иногда цветки пробиваются прямо сквозь снег, из-за чего в народе это растение прозвали подснежником.

Желтоцвет амурский (*Chrysocyathus amurensis* (Regel et Radde) Holub), больше известный под названием адонис амурский — вид из рода Адонис (*Adonis* L.), семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*) [11].

Распространение. Северо-Восточный Китай, п-ов Корея, Северная Япония. На Дальнем Востоке России распространен достаточно широко.

Природоохранный статус. В Амурской области растение включено в региональную красную книгу [6], но в Красную книгу России не внесено. В Приморском крае желтоцвет амурский не относится к редким видам, однако частые сборы его на букеты могут существенно снизить его численность.

Морфология и экология. Желтоцвет относится к так называемым весенним эфемероидам — группе растений, приспособившихся к цветению в тот короткий промежуток времени ранней весной, когда листья деревьев еще не распустились и солнца достаточно для их развития [4].

Растущие побеги желтоцвета покрыты светло-бурыми чешуями и несут ярко-желтые одиночные цветки. Следует отметить, что растение зацветает еще при отрицательных среднесуточных температурах и частых возвратах ночных заморозках. В период раскрытия первых цветков почва на глубине расположения корневой системы нередко бывает в мерзлом состоянии. Развитие желтоцвета происходит в самый затяжной период весны — при переходе среднесуточных температур от нуля до пяти градусов.

Цветки довольно крупные, до 2–5 см в диаметре, чашечка состоит из желтовато-

зеленых чашелистиков, венчик — из многочисленных золотисто-желтых лепестков. Столь же многочисленны тычинки (до 100 штук) и пестики. В непогоду цветки закрываются.

Цветение желтоцвета продолжается примерно месяц, последние цветущие экземпляры можно повстречать в конце апреля — начале мая, отдельный цветок живет от трех до пяти дней. С течением времени вегетации размеры цветков увеличиваются в диаметре от 1 до 4–5 см.

К окончанию цветения стебли, вначале имеющие высоту 5–15 см, вытягиваются до 30–35 см. Листья поначалу прячутся под буроватыми чешуями, плотно прижатыми к стеблю, но с потеплением чешуи отгибаются, и листовые пластинки распрямляются. Они довольно крупные, рассечены на узкие доли и по внешнему виду напоминают листья петрушки [9].

К концу апреля появляются первые плоды. Для желтоцвета характерен плод многоорешек. Он округлый или овальный, до 1,5–2,5 см длины, состоит из большого числа орешков — большей частью овальных, сверху с крючковидно загнутым носиком.

Завершается плодоношение в начале июня, когда листья и стебли уже пожелтели и засохли. Орешки вскрываются по верхнему шву, и через образовавшиеся узкие отверстия при раскачивании ветром высыпаются мелкие черные блестящие семена, которые растаскиваются муравьями [9].

К середине июня надземные части желтоцвета полностью отмирают. Но в почве остались корневища, на которых в первых числах сентября образуются почки. Уже к концу октября, с наступлением холодов, они превращаются в побеги длиной 1–1,5 см с вполне сформированными бутонами. В таком состоянии желтоцвет зимует в почве, а ранней весной быстро развивается, пробиваясь на поверхность и зацветая [4].

Интересные факты о желтоцвете амурском. Первоначальное русское название рода, адонис, является транслитерацией латинского наименования, которое было взято немецкими натуралистами врачом Генрихом Руппиусом и заведующим ботаническим садом в Оксфорде Иоганном Дилле-ниусом из греческой мифологии. Древний культ финикийско-сирийского божества растительности и плодородия Адониса (*adon* означает «господин») в VI в. до н.э. был занесен финикийскими купцами в приморские греческие города и превратился здесь в прекрасный миф. Согласно ему, Адонис был сыном Мирры, дочери царя Азии Тианта, и обладал удивительной красотой. Не вняв предостережению богини любви Афродиты не охотиться на хищных зверей, Адонис преследовал дикого вепря, который смертельно ранил юношу. Из крови Адониса вырос чудесный цветок, расцветающий каждую весну.

В последних флористических сводках этот род получил новое русское название — желтоцвет, отражающее окраску цветков растений. Сходное значение имеет латинское родовое наименование, *Chrysocyathus* — от греческих слов «chrysos», золото и «cyathos», чаша, ковш.

Иногда желтоцвет зовут горицветом. При ярком солнечном освещении его цветки действительно «горят» на серо-коричневом фоне весеннего леса.

Значение желтоцвета амурского в природе и жизни человека. Желтоцвет амурский — известное лекарственное растение, не уступающее своему европейскому собрату, желтоцвету весеннему, традиционно используемому в лечебных целях. Его препараты распространены в народной медицине Китая, Кореи, Японии, где их применяли при болезнях сердца [12]. Лекарственной частью служит надземная часть, в которой найдены сердечные гликозиды (карденолиды) и дру-

гие биологически активные вещества. Однако самостоятельно использовать желтоцвет амурский не следует из-за его ядовитости — передозировка или неправильное применение приведут к негативным последствиям. В случае отравления замедляется пульс, затем сердце начинает сокращаться очень часто; появляются боль в животе, тошнота, рвота, повышается кровяное давление, нарушается координация движений, могут развиваться судороги и острая сердечная недостаточность [8].

Желтоцвет является одним из первых весенних медоносов, причем пчел привлекает не столько нектар, которого относительно немного, сколько пыльца, содержащая белки, микроэлементы, разнообразные витамины. Пыльцой пчелы питаются сами, а также выкармливают ею своих личинок.

Желтоцвет весьма декоративен, его можно использовать в скверах, парках, где он будет хорошо расти под пологом деревьев. Почву адонис предпочитает плодородную, хорошо структурированную. Размножать адонис можно как вегетативно, так и с помощью семян. Поскольку семена быстро теряют всхожесть, их лучше сразу после сбора высаживать на подготовленные притененные гряды. Следующей весной появятся всходы, в июле их можно пикировать, а еще через год высадить на постоянное место, где он может расти до десяти лет. Зацветание происходит на третий-четвертый год [8].

Вопросы и задания для учащихся

1. Что в переводе с греческого означает адонис?
2. Почему желтоцвет амурский называют подснежником?
3. Почему желтоцвет амурский называют еще и горицветом?
4. В течение какого времени можно увидеть желтоцвет амурский цветущим?
5. Какой плод у желтоцвета амурского?

6. Какова роль растения в природе?
7. Перечислите лекарственные свойства растения?
8. Почему желтоцвет амурский считается декоративным растением?
9. Как размножается желтоцвет?
10. Чем опасен желтоцвет для человека?

Краткие ответы на вопросы

1. Первоначальное русское название рода, адонис, является транслитерацией латинского наименования, которое было взято немецкими натуралистами врачом Генрихом Руппиусом и заведующим ботаническим садом в Оксфорде Иоганном Диллениусом из греческой мифологии. Древний культ финикийско-сирийского божества растительности и плодородия Адониса (*adon* означает «господин») в VI в. до н.э. был занесен финикийскими купцами в приморские греческие города, где превратился в прекрасный миф.

2. Цветки растения пробиваются прямо сквозь снег, из-за чего в народе это растение прозвали подснежником.

3. Иногда желтоцвет зовут горицветом. При ярком солнечном освещении его цветки действительно «горят» на серо-коричневом фоне весеннего леса.

4. Цветение желтоцвета продолжается примерно месяц, последние цветущие экземпляры можно повстречать в конце апреля — начале мая, а отдельный цветок живет от трех до пяти дней.

5. Для желтоцвета характерен плод многоорешек.

6. Желтоцвет является одним из первых весенних медоносов, причем пчел привлекает не столько нектар, которого относительно немного, сколько пыльца, содержащая белки, микроэлементы, разнообразные витамины. Пыльцой пчелы питаются сами, а также выкармливают ею своих личинок.

7. Желтоцвет амурский — известное лекарственное растение, его препараты рас-

пространены в народной медицине Китая, Кореи, Японии, где их применяли при болезнях сердца.

8. Желтоцвет весьма декоративен, его можно использовать в скверах, парках, где он будет хорошо расти под пологом деревьев.

9. Размножить адонис можно как вегетативно, так и с помощью семян.

10. Лекарственной частью служит надземная часть, в которой найдены сердечные гликозиды (карденолиды) и другие биологически активные вещества. Однако самостоятельно использовать желтоцвет амурский не следует из-за его ядовитости — передозировка или неправильное применение приведут к негативным последствиям.

Инструкция для изучения распространения, морфологии и экологии

желтоцвета амурского с использованием интернет-ресурсов

1. Найдите в сети Интернет различные материалы и фотографии по данной теме.

2. Изучите их. Обратите внимание на ранее неизвестный для вас материал.

3. Выделите и зафиксируйте основные факты, вызвавшие у вас интерес.

4. Подготовьте доклад и презентацию по материалам вашего исследования. При этом главным требованием для представляемого материала логика и последовательность, для чего необходимо заранее составить план.

5. В конце презентации представьте выводы по материалам вашего исследования.

6. Защита доклада перед другими учащимися проводится на очередном заседании кружка.

7. Лучший, по мнению детей, доклад с презентацией переносится на электронный носитель и передается в открытый доступ через школьную библиотеку.

Литература

1. Белов А.Н., Репш Н.В., Шурухина Т.Н. Флора Дальнего Востока. Бархат амурский // Биология в школе. 2021. № 3. С. 74–80.
2. Бережная О.В. Внеклассная работа как форма развития исследовательских умений школьников в процессе обучения биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 76–80.
3. Бережная О.В. Развитие мотивации учащихся в процессе обучения биологии // Биология в школе. 2022. № 5. С. 67–73.
4. Бисикалова Е.А., Шибнева И.В. Фенология адониса амурского (*Adonis amurensis* Regel et Radde) в заповеднике «Кедровая Падь» // XII Дальневосточная конференция по заповедному делу. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2017. С. 24–26.
5. Васильева Т.В. Организация внеклассной работы по биологии // Биология в школе. 2007. № 3. С. 42–45.
6. Дарман Г.Ф. Адонис амурский (желтоцвет амурский) – *Adonis amurensis* Regel et Radde (*Chrysocyathus amurensis* (Regel et Radde) Holub) // Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Официальное издание. Благовещенск, 2020. С. 342–343.
7. Ионина Н.Г. Место биологического образования в современной школе // Биология в школе. 2018. № 1. С. 36–39.
8. Исаков Т.Т. Виды растений адониса и лекарственный препарат // Экономика и социум. 2021. №12-1 (91). С. 1075–1078.
9. Колдаева М.Н., Нестерова С.В., Пшенникова Л.М. 100 мгновений весны. Владивосток: Изд-во Морского государственного университета, 2013. 254 с.
10. Кулев А.В. Изучаем фауну России. Белый аист // Биология в школе. 2020. № 5. С. 73–80.
11. Пошкурлат А.П. Род Горлицы – *Adonis* L. Систематика. Распространение. Биология. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 199 с.
12. Шретер А.И. Целебные растения Дальнего Востока. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 2000. 143 с.
13. Суматохин С.В., Николенко Т.Г. Биомедицина и школьное биологическое образование // Биология в школе. 2020. № 1. С. 25.
14. Суматохин С.В. Естественно-научная грамотность как цель развития школьного биологического образования // Биология в школе. 2019. №1. С.15.
15. Суматохин С.В., Форостович-Резник И.Е. Естественно-научная грамотность в исследованиях TIMSS – 2019 и PISA – 2018 // Биология в школе. 2022. № 4. С. 11.
16. Серовайская Д.Е., Суматохин С.В. Творческие способности: методы и приемы их развития при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 18.
17. Лукашук О.Н., Кулягина Г.П., Опарин Р.В., Букарев Р.В. Сложные вопросы курса биологии: подходы к решениям // Биология в школе. 2021. № 6. С. 30.
18. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Объяснение как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 6. С. 25.
19. Маркинов И.Ф., Якунчев М.А. Понимание как инструмент реализации научной интерпретации при обучении биологии // Биология в школе. 2021. № 5. С. 39.
20. Барсукова Т.В., Сухлов М.П. Разработка учебно-познавательных заданий по биологии на основе системно-деятельностного подхода // Биология в школе. 2022. № 8. С. 11.
19. Сухорукова Л.Н., Морсова С.Г., Ткач М.Г. Проблема формирования естественно-научной грамотности и содержание основного общего биологического образования // Биология в школе. 2022. № 4. С. 21.

ИЛЛЮСТРАЦИИ К СТАТЬЕ А.С. КОЛЯДЫ, Н.В. РЕПШ, А.Н. БЕЛОВА, С.А. БЕРСЕНЕВОЙ «ИЗУЧАЕМ ФЛОРУ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ. ЖЕЛТОЦВЕТ АМУРСКИЙ»

Желтоцвет амурский (*Chrysocyathus amurensis* (Regel et Radde) Holub), больше известный под названием адонис амурский – вид из рода Адонис (*Adonis* L.), семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*). На юге Дальнего Востока России – рекордсмен среди раннецветущих растений. Зацветает еще при отрицательных среднесуточных температурах и частых возвратах ночных заморозках. Цветение продолжается примерно месяц, последние цветущие экземпляры можно встретить в конце апреля – начале мая. Цветок живет от трех до пяти дней.



В Амурской области растение включено в региональную красную книгу.



К концу апреля появляются первые плоды. Для желтоцвета характерен плод многоорешек.

Иногда цветки пробиваются прямо сквозь снег, из-за чего в народе это растение прозвали подснежником.

ПОДПИСКА 2024. I ПОЛУГОДИЕ

Подписывайтесь на журнал «БИОЛОГИЯ В ШКОЛЕ»!

Издается с 1927 года. Входит в перечень ВАК

Статьям журнала присваивается DOI



ОФОРМЛЯЙТЕ ПОДПИСКУ НЕ ВЫХОДЯ ИЗ ДОМА

на сайте
podpiska.pochta.ru

в мобильном приложении
Почты России

через почтальона

Журнал
«БИОЛОГИЯ
В ШКОЛЕ»
Подписной индекс
П1569

Оформляйте подписку на ПЕЧАТНЫЕ ЖУРНАЛЫ издательства «Школьная Пресса»:

○ В любом почтовом отделении по каталогу **«Подписные издания. Почта России»**

○ На сайте «Почта России»:

<https://podpiska.pochta.ru/publisher/349226>

Открыть ссылку приложением «Камера»



○ Урал-Пресс: <http://www.ural-press.ru>

○ На сайте издательства **SCHOOLPRESS.RU**

Оформляйте подписку на ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕРСИИ ПЕЧАТНЫХ ЖУРНАЛОВ:

○ Вы можете подписаться на наши журналы через электронно-библиотечные системы:

• Ивис - ivis.ru • Руконт - rucont.ru • eLIBRARY.RU – Научная электронная библиотека

○ Подписка на электронные версии печатных журналов оформляется на сайте schoolpress.ru **СКИДКА 500 РУБ. С КАЖДОГО НОМЕРА!**

Электронная версия позволяет: получать журнал быстрее, экономить средства за подписку и доставку.

Доставка журнала: pdf-файл – на e-mail подписчика.

Открыть ссылку
приложением
«Камера»



ВНИМАНИЕ! Вы можете купить отдельную статью и любой номер журнала (в т.ч. за прошедшие годы) в электронном виде на сайте www.schoolpress.ru

Тел.: +7(495) 619-52-87, 619-83-80. E-mail: periodika@schoolpress.ru

ISSN 0320-9660



ISSN 0320-9660. Биология в школе, 2023, № 7, 1–80