

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. В.П. АСТАФЬЕВА»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Факультет биологии, географии и химии  
Кафедра физиологии человека и методики обучения биологии

**Сычева Нина Алексеевна**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ БИОНИКИ  
В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)

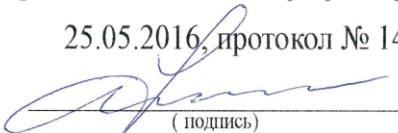
Профиль: География и биология

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой:

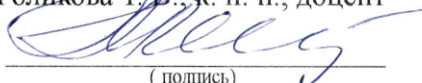
Смирнова Н.З., д. п. н., профессор

25.05.2016, протокол № 14

  
(подпись)

Руководитель:

Голикова Т.В., к. п. н., доцент

  
(подпись)

Дата защиты 1 июля 2016 г.

Обучающийся: Сычева Н.А.

  
(подпись)

Оценка \_\_\_\_\_  
(прописью)

Красноярск 2016

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**  
**на выпускную квалификационную работу**  
**Сычевой Нины Алексеевны, выполненную по теме**  
**«Изучение основ бионики в школьном курсе биологии»**

Выпускная квалификационная работа Сычевой Н.А. посвящена изучению основ бионики – науке, которая в свою очередь занимается изучением аналогией в живой и неживой природе, то есть изучением принципов построения функционирования биологических систем и их элементов, а также применением полученных знаний для коренного усовершенствования существующих технических систем, созданием принципиально новых машин, аппаратов, строительных конструкций и т.д.

Автор ВКР в течение 2015-16 учебного года анализировала содержание школьных учебников биологии 6-8 классов, выделяла тот базовый материал, который является бионическим понятием и используется как основа для создания технических изобретений человека. На основе этого разработала программу элективного курса «Бионика» для 9 класса, методические рекомендации к проведению занятий.

Исследовательская часть работы выполнена на достаточно высоком научном уровне. Конкретные содержание, объем проделанной работы свидетельствуют о глубокой всесторонней разработке проблемы модальности восприятия биологического материала у учащихся 9 класса. Выводы, сформулированные бакалавром объективны и не вызывают сомнения, а также могут быть использованы учителями при обучении биологии в школе.

При выполнении и написании выпускной квалификационной работы Нина Алексеевна проявила высокую степень самостоятельности и инициативности, а также способность к самоорганизации и самообразованию, показала умения анализа литературных источников, оценки современного состояния, осмысления и обобщения полученных результатов, способности к исследовательской работе, готовности к применению и использованию полученных результатов в реальной педагогической деятельности.

Научная работа Сычевой Н.А. интересна для прочтения и имеет законченный характер. Все ее части написаны и оформлены в соответствии с ГОСТами, аккуратны и грамотны, актуальны. Таблицы и диаграммы выполнены достаточно качественно и корректно.

ВКР Сычевой Н.А. прошла процедуру рецензирования в системе «Антиплагиат», в отчете которой указана оценка оригинальности – 76,97%, которая соответствует предъявляемым требованиям и может быть оценена на "отлично".

Научный руководитель  
Т.В. Голикова, к.пед.н., доцент кафедры  
физиологии человека и методики обучения биологии



**Приложение**  
К Регламенту размещения  
выпускной квалификационной работы обучающихся,  
по основным профессиональным образовательным программам  
в КГПУ им. В. П. Астафьева

**Согласие**  
на размещение текста выпускной квалификационной работы обучающегося  
в ЭБС КГПУ им. В. П. Астафьева

Я, Сычева Нина Алексеевна  
(фамилия, имя, отчество)

разрешаю, КГПУ им. В. П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу бакалавра  
(нужное подчеркнуть)

на тему: Изучение основ бионики в школьном курсе биологии  
(название работы)

(далее – ВКР) в сети Интернет в ЭБС КГПУ им. В. П. Астафьева, расположенном по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течение всего срока действия исключительного права на ВКР.

Я подтверждаю, что ВКР написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

22.06.16г.

(дата)



подпись

Уважаемый пользователь! Обращаем ваше внимание, что система «Антиплагиат» отвечает на вопрос, является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос, является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение.

## Отчет о проверке № 1

дата выгрузки: 23.06.2016 07:42:39  
пользователь: kseniya.subbotina.89@mail.ru / ID: 1515309  
отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»  
на сайте <http://www.antiplagiat.ru>

### Информация о документе

№ документа: 388  
Имя исходного файла: ДИПЛОМ СЫЧЕВОЙ НИНЫ.docx  
Размер текста: 148 кБ  
Тип документа: Не указано  
Символов в тексте: 55555  
Слов в тексте: 10594  
Число предложений: 605



### Информация об отчете

Дата: Отчет от 23.06.2016 07:42:39 - Последний готовый отчет  
Комментарии: не указано  
Оценка оригинальности: 76.98%  
Заимствования: 23.02%  
Цитирование: 0%

Оригинальность: 76.98%  
Заимствования: 23.02%  
Цитирование: 0%

### Источники

Доля в тексте	Источник	Ссылка	Дата	Найдено в
6.47%	[1] Введение [1972 Литинецкий И.Б. - На пути к бионике]	<a href="http://nplit.ru">http://nplit.ru</a>	30.01.2015	Модуль поиска Интернет
3.84%	[2] Презентация к уроку по экологии (10 класс) по теме: Адаптации организмов к окружающей среде   Социальная сеть работников образования	<a href="http://nsportal.ru">http://nsportal.ru</a>	03.02.2014	Модуль поиска Интернет
3.24%	[3] 1. От репейника к застёжке – липучке - В. Г. Короленко бионика беседы для учащихся начальной школы	<a href="http://kurs.znate.ru">http://kurs.znate.ru</a>	12.07.2013	Модуль поиска Интернет



Проверено Лагунова Е.Ю. Ру -

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. Бионика как интеграция знаний биологии и техники.....	6
ГЛАВА II. Современное состояние исследуемой проблемы в авторских учебниках биологии (И.Н. Пономаревой 6-8 классы).....	24
ГЛАВА III. Элективный курс «Бионика»: программа, методические рекомендации к проведению занятий.....	33
ВЫВОДЫ.....	56
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	57

## ВВЕДЕНИЕ

Век бионики только начинается. Важнейшим условием ее дальнейшего развития является широкое вовлечение в сферу бионических исследований новых, молодых сил. Время не ждет. Мы не имеем права отставать в этой прогрессивной и перспективной области науки. Нельзя строить подготовку нужных бионике специалистов на энтузиазме и самотеке. Здесь нужны организованность и целеустремленность. По нашему глубокому убеждению, подготовку биоников необходимо начинать со школьной скамьи, еще в школе учащиеся должны получить первичные бионические знания. И в этом важном деле первое место, несомненно, должно принадлежать преподавателям биологии. Большую помощь в вооружении школьников бионическими знаниями, безусловно, могут и должны оказать преподаватели других естественных наук. Это проблема и является на данный момент актуальной.

Современное биологическое образование подразумевает формирование знаний законов, теорий, закономерностей живой природы, умений глобально мыслить, устанавливать преемственные связи и отношения в строении и процессах жизнедеятельности живых организмов. Данные цели, в немалой степени, решает бионика.

Бионика – это наука, которая расположилась между биологией и техникой, решающая технические задачи на основе моделирования структуры и жизнедеятельности организмов. Бионика тесно связана с биологией, химией, физикой, кибернетикой и инженерными науками – электроникой, навигацией, связью, морским делом и др. Бионика – многообещающее научно-технологическое направление по заимствованию у природы ценных идей и реализации их в виде конструкторских и дизайнерских решений, а также новых информационных технологий.

Длительное время бионика развивалась скачкообразно. Сначала инженеры и конструкторы находили удачное решение какой-либо задачи, а через некоторое время обнаруживалось, что у живых организмов существуют аналогичные конструктивные решения и, как правило, оптимальные.

Изучение бионики дает возможность углубить биологические знания и осуществить с этой целью профориентационной подготовки в 9 классе. Предлагаем ввести элективный курс «Бионика», который обеспечит углубленное знакомство с комплексными предметами естественно - научного цикла; продолжит формировать у учащихся бережное отношение к природе через наглядные примеры взаимосвязи организмов и среды, зависимости человека от природы.

Курс построен с учетом уже имеющихся знаний по биологии за период основной школы и направлен на понимание аналогий в живой и неживой природе и применение этих знаний для создания новых технологий и конструкций.

Учащиеся после изучения курса познакомятся с наукой бионикой, как связаны модели живых объектов с современной техникой, а также какова роль человека в освоении «мастерской природы». Данный курс позволяет заложить представления об уникальности и значимости предмета биология, побудить у учащихся 9 классов задуматься над уникальностью живой природы, умение рассматривать биологические процессы в системе.

Объект исследования: образовательный процесс по биологии в школе, включающий изучение бионических понятий.

Предмет исследования: методические условия организации и проведения элективного курса «Бионика» в 9 классе.

Цель исследования: разработать программу элективного курса «Бионика» для учащихся 9 классов.

Гипотеза исследования: знания учащихся 9 класса в области науки бионики повысятся, если будет отражено содержание изучаемых понятий элективного курса, определены методы, методические приемы обучения, средства и организационные формы изучения основ бионики.

Исходя из цели исследования и выдвинутой гипотезы, были определены задачи исследования:

1. Изучить особенности бионических понятий в специальной биологической и технической литературе.
2. Изучить современное состояние исследовательской проблемы в учебно-методической литературе по биологии.
3. Разработать элективный курс «Бионика» и выделить методические рекомендации для его проведения в 9 классе.

Для решения поставленных задач использованы следующие методы:

- анализ учебно-методической, специальной биологической и технической литературы в аспекте исследуемой проблемы;
- наблюдение за организацией и проведением уроков биологии;
- методы математической обработки данных исследования

Этапы исследования:

I этап – анализ специальной биологической и технической литературы, сравнение данных и их подбор;

II этап – разработка программы элективного курса «Бионика»;

III этап – написание текста ВКР, его редактирование.



# ГЛАВА I. БИОНИКА КАК ИНТЕГРАЦИЯ ЗНАНИЙ БИОЛОГИИ И ТЕХНИКИ

*Бионика – наука величайших возможностей, прямой продукт научно-технической революции, одно из самых типичных и ярких проявлений и следствий этой революции. Эту науку рассматривают, с одной стороны, как техническое ответвление биологии, вплоть до молекулярной биологии, и, с другой, как отрасль собственно кибернетики и радиоэлектроники. Здесь стыкуются такие далеко отстоящие друг от друга отрасли человеческого знания и практической деятельности, как биология и техника.*

Начало взаимодействию биологических и технических дисциплин положила родившаяся в середине 20 века кибернетика – наука, изучающая процессы передачи и преобразования информации в технических устройствах, в живой природе, в обществе, т.е. наука о процессах управления[12].

Рассматривая живые организмы как сложные динамические системы, установив принципиальную аналогию в построении и функционирования живых и технических систем, выработав единый подход к изучению процессов управления и организации в мире животных и машин, кибернетика первая перебросила мост от биологии к технике. Благодаря такому взаимодействию, когда идеи и методы одних наук вторгаются в область традиционных исследований других, биологические и технические дисциплины дали жизнь новому научному направлению, получившему название бионика (от древнегреческого *bion* – элемент жизни, ячейка жизни, или точнее, элемент биологической системы) [14].

Бионика проявляет интерес к самым разнообразным механизмам, устройствам, структурам, процессам жизнедеятельности организмов: изучает способы ориентации животных, их навигационные способности, исследует

вопросы микроминиатюризации, надежности (принципы регенерации, функциональной взаимозаменяемости отдельных органов) в живых системах, архитектуру растений, механику передвижения животных, сложные быстротекущие химические реакции в живых клетках (например, фотосинтез, синтез белков) [15].

Бионика проявляет живой интерес ко всему, что может быть названо «техникой природы», что может быть полезно человеку для создания новой искусственной природы. Она связана теснейшим образом с множеством отраслей техники, прикладных наук: космонавтикой, самолетостроением, радиоэлектроникой, судостроением, инструментальной метеорологией, машиностроением, геологией, строительным делом, сейсмологией, архитектурой, медициной, технологией химических производств и др.

Объединяя и взаимно обогащая изолированные ранее друг от друга биологические и технические науки, бионика стремится на основе современных математических, физических и физико-химических методов исследования биологических систем найти в живой природе решения сложных технических проблем [16].

Бионика – это наука, изучающая принципы организации и функционирования биологических систем на молекулярном, клеточном, организменном, популяционном, ценозном уровнях, исследующая процессы преобразования энергии и информации, переработки веществ в живых организмах, экосистемах с целью применения полученных знаний для коренного усовершенствования существующих и создания принципиально новых машин, приборов, механизмов, строительных конструкций, экономичных источников энергии, технологических процессов, эффективных энергетических комплексов и химических производств [14]. Ее можно также назвать наукой о системах, которые являются аналогами биологических систем или которым присущи некоторые специфические характеристики живых организмов, или наукой об оригинальных технических системах и

технологических процессах, созданных человеком на основе идей, найденных и заимствованных у природы.

Формально датой рождения бионики принято считать 13 сентября 1960 год – день открытия в Дайтоне (штат Огайо, Соединенные штаты Америки) первого американского симпозиума на тему «Живые прототипы искусственных систем – ключ к новой технике» [1]. Однако эта дата очень условна, некоторые исследования, носившие биологический характер, велись в США и других странах, в том числе и в России, еще задолго до появления термина «бионика». А если строго придерживаться принципа историзма, то можно сказать, что корни бионики уходят в глубокую древность. Обратимся к фактам.

Во время раскопок Голефельской пещеры в Швабских Альпах были обнаружены топоры первобытного человека. Изучение этих древних рубящих орудий показало, что первым режущим элементом в них был острый камень, напоминающий острый зуб медведя, т.е. является прямым подражанием естественному образцу. В рабовладельческих государствах, как свидетельствуют археологические данные, были в ходу плуги старокитайской конструкции, которые рыли землю, как свинья и крот, но не делали борозд и не переворачивали пласт. Анализ форм и принципов действия других древнейших орудий труда также показывает, что по своей конструкции и выполняемым функциям они в значительной степени походили на активные органы животных [14].

Подражая природе, человек не ограничился только созданием первых орудий труда. Например, легкие африканские постройки – имели очертания цветков и деревьев. Древневосточные пагоды напоминают стройные ели с тяжело висящими ветками, мраморная колонна Парфенона – олицетворение стройного ствола дерева, колонна египетского храма подобна стеблю лотоса, готическая архитектура – воплощение в бесстрастном камне конструктивной логики и целесообразности живого.

Особенно ярко прослеживается прямое подражание биологическим системам при изучении полета птиц и конструировании летательных аппаратов. Например, в дошедших до нас трудах алхимика Иакова IV Шотландского, Джоана Домиана (1500), в тетрадях гениального художника, замечательного инженера, гидравлика и механика Леонардо да Винчи (1452 – 1519) содержится множество схем, эскизов и рисунков летательных аппаратов с машущими крыльями. «Птица – писал Леонардо, - действующий по математическому закону инструмент, сделать который в человеческой власти со всеми его движениями» [14]. Но все попытки построить летательный аппарат на принципе машущих крыльев птицы тогда неизменно терпели неудачи. Изобретениям только не хватало одной существенной детали – двигателя, достаточно легкого и мощного, чтобы приводить в движение крылья, в их распоряжении была только мышечная сила человека, заведомо недостаточная для этой цели при существовавших тогда материалах.

Таких примеров о подражательной деятельности человека живой природе, о заимствовании древними конструкторами и изобретениями у биологических систем тех или иных процессов, о прямом копировании форм и функции различных органов животных при создании разнообразных технических устройств, можно привести еще множество.

Все примеры убедительно говорят о том, что живая природа с незапамятных времен служила человеку источником вдохновения в его стремлении к научному и техническому прогрессу, что в течение многих тысячелетий человек учился у природы, копировал ее «изобретения», что техника возникла в виде искусственных орудий труда, функции и конструкции (внешние формы) которых были тождественны органам живых систем [20]. Создание искусственных орудий требовало определенных знаний, а эти знания сначала не могли быть чем-то иным, как только знаниями эмпирическими. Они не могли выйти за пределы созерцания

природы, за пределы опыта, так как были самым опытом или простым осмысливанием опыта. В этих первичных знаниях не было ничего, что не наблюдалось бы человеком в природе непосредственно. Поэтому как функции, так и формы первых искусственных орудий труда были более или менее грубыми копиями органов тела животных и человека. А это значит, что происхождение техники является бионическим по своей сущности, что бионические принципы всегда были присущи инженерному творчеству [10].

Появление бионики как новой области знания было подготовлено всем ходом развития науки и техники к середине XX века. На современном этапе развития науки и техники объективное единство, сходство биологических и технических систем получили свое отражение в сознании таким образом, что это привело к возникновению бионики как самостоятельной науки. Однако оно определенным образом отражалось и в науке прошлого, ибо сегодняшней синтез биологических и технических знаний является результатом развития наших представлений об объективном сходстве живых и технических систем. Формирование этих представлений завершила кибернетика. Здесь особенно действенно проявилась ее гносеологическая функция. И, конечно же, бионика не могла бы возникнуть и развиваться как наука, если бы кибернетика:

- Не способствовала более глубокому пониманию особенностей, достоинств, преимуществ биологических систем перед техническими;
- Не стимулировала превращение биологии из качественной в количественную (точную) науку;
- Не способствовала созданию новой экспериментальной техники, новых средств исследования живого;
- Не утвердила свои идеи и методы в биологии, позволяющие получать новые знания о биологических системах, открывать новые

свойства и принципы организации и функционирования живого, эффективно применимые в технике;

- Не породила сама множество новых сложнейших научных и инженерных проблем [14].

Развитие кибернетики привело к бурному развитию автоматики и телемеханики, радиоэлектроники, связи, вычислительной техники. Возникло множество проблем, связанных с накоплением и обработкой большого количества информации, созданием быстродействующих вычислительных машин с большим объемом памяти, построением обучающихся машин, систем для распознавания зрительных и звуковых образов, созданием электровычислительных машин, решающих задачи без предварительного программирования, разработкой адаптивных (самоприспосабливающихся) систем, созданием иерархических систем автоматического регулирования и управления; появилась проблема «человек – машина»; возникла острая необходимость повышения надежности, уменьшения потребляемой мощности, дальнейшей миниатюризации (сверхмикроминиатюризации) радиоэлектронной аппаратуры и др. [14].

Весь этот обширный круг задач заставил ученых вновь обратиться к живой природе. Это целенаправленное стремление ученых и инженеров понять, в чем природа совершеннее, умнее, экономичнее современной техники, попытка найти в ее богатейшей «патентной библиотеке» новые идеи, методы и средства для решения многочисленных инженерных проблем и породило новое научное направление, получившее название «бионика».

Познание, как известно, движется от внешнего к внутреннему, от явлений к сущности. Изучая внешнюю, наблюдаемую сторону творения природы, копируя то, что доступно непосредственно созерцанию, человек в дальнейшем стал постепенно вникать в сущность вещей и процессов окружающего мира. Человек научился вскрывать их глубокие взаимосвязи, познавать законы природы и, опираясь на добытые знания, перешел к

преобразованию познанных вещей и процессов в соответствии с новыми запросами практики [21].

Одним из первых, кто сделал шаг по пути раскрытия внутренних закономерностей живой системы и их использованию для создания новых технических устройств были арабские врачи. Проводя много сотен лет назад главные операции, эти хирурги получили представление о преломлении световых лучей при переходе из одной прозрачной среды в другую. Изучение хрусталика глаза натолкнуло врачей древности на мысль об использовании линз, изготовленных из хрусталя или стекла, для увеличения изображения. Создание линзы является первой попыткой расширить сенсорный аппарат человека. Линза стала прототипом телескопа, микроскопа и других оптических приборов позднейшего времени. Если бы арабские врачи создали только оптику и ничего больше, то и в этом случае они внесли бы важнейший вклад в науку [6].

Много лет спустя выдающийся немецкий астроном Иоганн Кеплер (1571–1630), исследовав архетипы (исходные типы) высокосовершенных природных форм, дал в трактате «О шестиугольном снеге» (1619) ряд рекомендаций по наивыгоднейшему использованию пространства, экономии труда и материалов достижению наивысшей прочности [14].

Знаменитые опыты итальянского физиолога, профессора медицины Луиджи Гальвани (1737 – 1798) с лапкой лягушки позволили открыть так называемое животное электричество и привели в конечном итоге к созданию гальванических элементов – химических источников электрической энергии [15].

Французский физиолог и физик, доктор медицины, член Медицинской академии Жан Луи Мари Пуазейль (1799 – 1869) на основе экспериментальных исследований движения крови в кровеносных сосудах установил закон для течения жидкости в тонких трубах, весьма важный для

техники [16]. Законом Пуазейля сейчас широко пользуются для определения вязкости в гидравлике, а также скорости течения капиллярных сосудах.

Глубокие, чрезвычайно интересные идеи, положения, имеющие по своей сути бионический характер, содержатся в трудах выдающегося русского физика Н.А. Умова (1846 – 1915). Уделяя много времени изучению процессов, протекающих в живой и неживой материи, вопросам эволюции живого, ученый в своих исследованиях не просто изучал некоторые общие принципы функционирования биологических систем и машин, не просто указывал на объективную возможность воспроизведения (моделирования) действий животных, а вскрывал физическую основу единства всех организованных систем, анализировал единые закономерности их возникновения, действия и развития, формулировал теоретические положения, близкие к тем, которые через несколько десятков лет были положены в основу кибернетики и приняты на вооружение бионикой. «В целом ряде актов, - указывал Н.А. Умов, - сопровождающихся сознанием и вызываемых внешним миром, живая материя может быть заменена автоматом» [12].

Большой интерес в бионическом плане представляет творчество великого русского ученого основоположника гидро- и аэромеханики Н.Е. Жуковского (1847 – 1921). Выступая против тех, кто не видел в исследованиях живых организмов никакой пользы для технического творчества, ученый указывал, что за внешним различием животного и машины нужно уметь видеть одинаковые принципы и общие факторы, лежащие в основе функционирования биологических и технических систем. «Многие исследователи воздухоплавания, - писал Н.Е. Жуковский в статье «О крылатых пропеллерах», - отвергают крылья как пропеллер, так сказать *argiori*, и считают гребной винт единственным рациональным пропеллером. При этом они руководствуются тем, что механическое осуществление движений, замечаемых нами у живых существ, не достигается прямым



подражанием природе. Локомотив в своем быстром перемещении не опирается на землю ногами, подобно бегущему животному, а пароход приводится в движение не поворотами хвоста, подобно плывущей рыбе. Но если вникнуть глубже в эти механические осуществления движений, замечаемых нами в природе, то мы увидим, что в них в несколько иной форме фигурирует тот же основной фактор явления, который фигурирует при движении живых существ. Колесо локомотива так же опирается на трение пути, как упирается на него нога бегущего животного, а гребной винт парохода дает тягу вперед на основании того же сопротивления жидкости, развивающегося от образования вихрей, на основании которого движется рыба» [14].

Исследуя принципы функционирования живых организмов, создавая различные теории гидро- и аэромеханики, Н.Е. Жуковский широко пользовался разработанным им, так называемым методом идеализации. Он считал способ идеализирования предметом изучения общим способом научного исследования и объяснял это тем, что мы не можем сразу хватить все свойства предмета и поэтому сосредоточиваем свое внимание лишь на главнейших из них. Применение этого метода четко прослеживается в разработке вихревой теории гребного винта, теории гидродинамического удара и особенно ярко в работе «О парении птиц», впервые опубликованной в 1892 году [14].

Парение птиц исследовалось многими учеными еще до Жуковского. В своих работах они пытались дать математическое описание конкретно наблюдаемых движений птицы в полете по прямой, по наклонной, по восходящей, в направлении ветра, против ветра, в равномерном ветре, в порывистом ветре и т.д. Жуковский же при разработке теории динамики полета с самого начала отказался от описания парения птицы в тех или иных конкретных условиях, так как таким путем, по его глубокому убеждению, теория в принципе создана быть не может. У него был другой подход к

проблеме. Чтобы выявить, как могут птицы совершать парящие полеты без затраты собственной энергии, и затем использовать «подсмотренные» у живой природы технические закономерности для разработки аэродинамики самолетов, Жуковский применил метод идеализации [14].

Поскольку в научном исследовании невозможно охватить в деталях все свойства изучаемого объекта, ученый сосредотачивал свое внимание на главных из них, абстрагируясь от конкретных единичных условий (сила ветра, его направление, размах крыльев птицы, ее масса и т.д.), и представлял процесс парения в чистом идеализированном виде. Но это был лишь первый этап идеализации. Жуковский производил математический анализ идеализированного парения, в результате которого возникла теория парения птиц. Изложенная математическим языком, она, по сути, несла в себе биологическое содержание, описывала закономерности поведения организма. Ее ценность заключалась в том, что с ее помощью путем дедукции с соответствующими дополнениями можно было описать любое конкретное поведение парящей птицы в тех или иных условиях. Но этих знаний было еще недостаточно, чтобы только из них вывести принципы аэродинамики полета технических аппаратов [15].

Н.Е. Жуковский применил разработанный им метод математической аналогии и стал рассматривать процесс парения в таком абстрактном виде, что все специфические особенности парения птицы как живого организма, как летающей биологической системы исчезли. Ученый «уподоблял птицу пластинке» и рассматривал ее как предмет более удобный для теоретического и экспериментального исследования. Иными словами, на втором этапе идеализации Н.Е. Жуковский разработал теорию, которая относилась к парению уже не птицы, а «птицеподобных» предметов. В конечном итоге второй этап идеализации позволил ученому освободиться от биологических особенностей первого этапа и вычленил из биологических закономерностей технические закономерности. Примененные Н.Е.

Жуковским методы идеализации и математической аналогии в работе «О парении птиц» позволили ему не только блестяще решить сложные вопросы парения, но и заложить фундамент теории динамики полета, развитой им в последующих работах [14].

Опыт развития наук, достигших в настоящее время высокого теоретического уровня, показывает, что формирование теории начинается тогда, когда применяется метод идеализации. Анализируя методологию творчества Н.А. Жуковского, можно утверждать, что из всех его предшественников и современников он внес самый большой вклад в теоретизацию бионики задолго до того, как наука обрела современное название. В сущности, своими исследованиями биологических систем Жуковский развивал науку в том плане, в каком ныне развивается бионика. И сегодня его работы, в которых он анализировал движение живых организмов, являются классическим образцом теоретического изучения биологических систем.

Итак, оглядываясь на историю науки, мы можем сегодня назвать пионерами бионики Леонардо да Винчи и Луиджи Гальвани, Н.А. Умова и Н.Е. Жуковского. Именно они своим творчеством стали инициаторами нового подхода к изучению живой природы и решению технических проблем. Это утверждение, может быть, покажется кое-кому спорным. Однако в их методологии творчества, характеризующейся широтой подхода к исследуемым проблемам, установлением существенных связей между явлениями, различными по своей природе, переносом принципов из одной области в другую, заключается суть бионики.

Бионика - наука междисциплинарная, или как принято сейчас говорить, «наука-перекресток». В ней нашла наиболее яркое отражение одна из главных особенностей современной научно-технической революции – интеграция, объединение самых различных и даже противоположных по своим предметам и методам наук. Она сформировалась на базе естественных

и многочисленных инженерно-технических дисциплин. По существу, она синтезирует накопленные знания в биологии и кибернетике, физике и радиотехнике, химии и теории связи, математике и электронике, ботанике и архитектуре, биохимии и механике, психологии и биофизике, этологии и судостроении, зоопсихологии и геологии, нейрофизиологии и авиации, физиологии и метеорологии, неврологии и приборостроении и др.

Бионика соединяет разнородные знания в соответствии с единством живой природы. Не случайно бионики избрали своей эмблемой скальпель и паяльник, соединенные знаком интеграла. Скальпель – символ творчества биолога, паяльник – инженера, интеграл – математика. Соединение этих специальностей как нельзя лучше отражает основу, на которой оформилась и развивается бионика [25].

Бионика современности еще развивается: в ней уточняется предмет, круг задач науки, определяются основные направления, дальнейшая «стратегия» поисков технических закономерностей в живой природе, вырабатываются новые понятия, устанавливается новая связь этих понятий, разрабатывается общая, однозначная для биологов, инженеров, психологов, врачей, специалистов по кибернетике терминология бионики. Особое внимание уделяется выработке специфических приемов бионических исследований на всех уровнях биологической организации, совершенствованию существующих и созданию новых средств для изучения интересующих бионику процессов, явлений и принципов.

Весь исторический процесс человеческого познания показывает, что бурный рост наук начинается на стадии их теоретизации. Теоретизация науки связана с возможностью логически вывести большинство фактов из некоторого органического множества аксиом. При этом процесс накопления новых фактов резко ускорится, если создано некоторое исчисление, позволяющее формально, автоматически, подобно тому, как это делается, например, в алгебре, выводить новые утверждения из ранее известных.

Расширение возможностей получения новых фактов чисто логическим, умозрительным путем – первые шаги теоретизации любой науки. Создание исчисления, позволяющего формально получать новые знания, знаменует собой заключительный шаг теоретизации науки – ее математизацию. В бионике сейчас широко используется математика. Интенсивно начавшийся процесс математизации бионики указывает на достижение этой наукой порога теоретической зрелости [22].

Любой биологический объект исследования – это либо совокупность тысяч и миллионов клеток, объединенных в один организм, либо совокупность большого числа одноклеточных организмов. В том и другом случаях основным методом бионических исследований живых организмов, построения бионических систем является моделирование. Оно представляет собой материальное или мысленное имитирование реально существующей (естественной, натуральной) системы путем создания специальных аналогов (моделей), в которых воспроизводятся принципы организации и функционирования этой системы. Бионическое моделирование является результатом развития во всей современной науке, в частности бионике, плодотворного взаимодействия биологии, техники и математики [8].

Наиболее широко в бионике применяются математическое и физическое моделирование. Математическое моделирование – это метод исследования системы с помощью специальных моделей, основанный на идентичности математического описания процессов в оригинале и модели. «Идентичность» здесь означает одинаковость формы уравнений и наличие однозначных соотношений между переменными в уравнениях оригинала и модели. При этом физическая природа модели и оригинала различна. Известно несколько разновидностей математических моделей [14].

Физические модели – это действующие электронные, механические, электрические, гидравлические, пневматические и другие устройства, которые копируют реальное поведение изучаемого биологического объекта,

воспроизводят его свойства и функции. Такие модели расширяют возможности физиологического эксперимента, позволяют найти лучший вариант реализации в бионических системах технических закономерностей живых организмов [12].

Нередко в бионике пользуются естественными моделями. Обычно к ним прибегают при изучении какой-нибудь очень сложной биологической функции организма, например функции нервов человека. Как известно, они состоят из чрезвычайно тонких волокон, измеряемых десятитысячными долями миллиметра. Исследовать сложные процессы, протекающие в этих тончайших волокнах, очень трудно. Но можно воспользоваться нервами кальмара. У этого животного некоторые нервные волокна достигают почти миллиметра в диаметре. Эти гигантские волокна идут к мышцам, сокращающим сумку, при помощи которой кальмар движется реактивным способом, подобно ракете. В такие нервные волокна можно вводить миниатюрные электроды и даже брать пробы содержимого при помощи крошечных пипеток. Вполне естественно предположить, что нервы человека и кальмара в основном действуют одинаково. Поэтому, используя кальмара как естественную модель, изучая работу его толстых нервных волокон, можно многое выяснить и о принципах действия нервов человека. Разумеется, естественные модели нельзя считать бионическими конструкциями, так как в них нет ничего от искусственных, технических устройств. Однако они очень полезны для понимания некоторых сложных и скрытых биологических механизмов. А понимание этих механизмов порождает у биоников идеи для создания новых, оригинальных технических систем [18].

В общем, логическая схема построения бионических моделей основана на том, что бионик сначала раскрывает внутреннюю структуру естественной системы, а затем технически воспроизводит эту структуру – создает искусственное устройство, обладающее искомой функцией (например,

чуткостью к приближению шторма, землетрясения и т.п.). Иначе говоря, в бионическом моделировании исследование идет от раскрытия внутренней структуры биологической системы через ее техническое воспроизведение к получению искомой функции в искусственном устройстве. Эта операция основывается на том принципе, что определенная искомая функция – произведена от данной, уже раскрытой структуры. Это путь от раскрытия структуры к функции. Следуя по этому пути, бионик при конструировании машины или прибора пользуется характеристиками естественной системы, применяет новые идеи, возникшие во время работы с моделью, или новые знания о функциях живых организмов [15].

Опыт показывает, что высокая результативность бионического творчества достигается только тогда, когда глубоко изучен процесс «естественного конструирования» и умело применяются методы, использованные самим процессом эволюции. Процесс «естественного конструирования», описанный Чарльзом Дарвином сто лет назад, включает в себя четыре компонента: во-первых, механизм наследования; во-вторых, постоянный приток изменений, передаваемых по наследству; в-третьих, непрекращающуюся жестокую конкуренцию между живыми организмами – борьбу за существование; в-четвертых, выживание наиболее приспособленного, постоянное отбраковывание тех «новшеств», которые функционируют плохо [14].

На первый взгляд «естественное конструирование» представляется страшно неэкономным, медленным и неверным по сравнению с хорошо отработанным процессом инженерного проектирования, привычными для нас этапами создания той или иной технической системы. Живая природа – гениальный конструктор, инженер, технолог, великий зодчий и строитель. На каждом этапе, при каждом значительном изменении среды природа делала шаг вперед, подвергая пересмотру прежние решения. В ходе эволюционного развития в живых организмах вырабатывались весьма тонкие и совершенные

механизмы процессов обмена веществ, преобразования энергии и информации. Эти «биоинженерные системы» природы функционируют очень точно, надежно и экономично, отличаются поразительной целесообразностью и гармоничностью действий, способностью реагировать на мельчайшие изменения многочисленных факторов внешней среды, запоминать и учитывать эти изменения, отвечать на них многообразными приспособительными реакциями [11].

Величайшая ценность биоэволюции – приспособление, постоянная гибкость во взаимодействии с новыми условиями. Приспосабливая тот или иной вид к новым условиям обитания, природа проявила не только поразительную изобретательность, но и величайшую внимательность. Методом «проб и ошибок» она сумела придать большинству биологических систем наилучшие формы, добиться наибольшей мощности при минимальной массе, высокой производительности при минимальном расходе энергии, высокой прочности и надежности при минимальных затратах биологического строительного материала [4]. Характеризуя творчество природы, можно сказать, что вся ее конструкторская и технологическая деятельность является образцом оптимизации. Поэтому-то так важно для бионика-создателя новой техники – глубокое знание путей и методов природы в достижении максимизации характеристик биологических систем.

Даже краткий обзор решаемых бионикой проблем показывает, какой внушительный диапазон исследований, который ведется молодой наукой в интересах прогресса техники. А также методы и подход бионики к исследованию живого способствуют также развитию биологии. Разнообразные модели биологических процессов и поведения живых организмов расширяют возможности биологов проверить традиционные теории и гипотезы, проследить течение жизненных процессов, уточнить установившиеся представления о сложном биологическом мире и о его



взаимоотношениях с окружающей средой, объяснить некоторые до сих пор непонятные явления и выявить их закономерности.

Не менее благотворное влияние оказывает бионика и на развитие медицины. За последние 20 – 25 лет на основе бионического моделирования биологических систем создан ряд автоматических устройств для медицинских целей. Их можно условно разделить на три класса: устройства, основанные на использовании информации, отводимой от живого организма (биологическое управление); устройства, предназначенные для ввода управляющей информации в живые организмы (биологическая стимуляция); устройства, заменяющие отдельные или функциональные системы и имеющие автономную систему управления, изоморфную соответствующей системе в живом организме (функциональное протезирование) [17].

Примером устройства, управляемого от живого организма, может служить «искусственная рука», созданная советскими учеными Б.П. Поповым-Ильиным, В.С. Гурфинкелем, А.Е. Кобринским, А.Я. Сысиным, М.Л. Цейтлиным и Я.С. Якобсоном [1].

Из устройств, предназначенных для ввода управляющей информации в живые организмы, широкое применение получил автономный стимулятор сердечной деятельности. Хирурги вшивают под кожу больного миниатюрные генераторы электрических импульсов, располагая электроды на сердечной мышце, и электрические разряды заставляют сердце сокращаться в нужном ритме. Американские ученые разработали регулятор биения сердца, батареи которого можно подзаряжать методом электромагнитной индукции, не прибегая к помощи хирургов. Полагают, что такой аппарат сможет работать до 30 лет [1].

Ведутся также разработки регулятора сердечной деятельности, для питания которого будет использоваться энергия биологических процессов, протекающих внутри организма.

Поистине бионическими системами (хотя разработка их началась, когда еще не было термина «бионика») являются искусственная почка и аппарат искусственного кровообращения, повсеместно вошедшие сейчас в хирургическую практику. Многогранному творчеству биоников медицины сейчас начинают уделять все больше и больше внимания, убедившись, что его результаты могут оказать существенное влияние не только на изучение организма, установление диагноза, но и на методы лечения [3].

Сейчас вряд ли можно найти такую область человеческой деятельности, которая в той или иной степени не была бы связана или не готовилась к сотрудничеству с бионикой. С каждым годом она захватывает новые рубежи, все больше и больше проникает в различные области производства, в сферу научных исследований, всюду оставляя заметный след своим новаторством, революционными преобразованиями. За сравнительно короткий срок бионика блестяще доказала свою жизнеспособность. По мере того как мы осваиваемся с миром бионических идей, с их эффективным выходом в практику, мы все больше убеждаемся в том, что бионика, становится «мощным ускорителем научно-технической революции». Она обещает неслыханный расцвет производительных сил человечества, новый взлет науки и техники [14].

ГЛАВА II. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ  
ПРОБЛЕМЫ В АВТОРСКИХ УЧЕБНИКАХ БИОЛОГИИ  
(И.Н. ПОНОМАРЕВОЙ 6-8 КЛАССЫ)

В школьной биологии вопросы бионики рассматриваются при изучении всех разделов программы: «Бактерии. Грибы. Растения», «Животные», «Человек». Проанализируем содержание авторских учебников биологии по программе И.Н. Пономаревой: Кучменко В.С., Корнилова О.А., Пономарева И.Н. Биология. 6 класс. Учебник. ФГОС [20]; Константинов В.Г., Бабенко В.Г., Кучменко В.С. Биология. 7 класс. Учебник. ФГОС [9]; Драгомилов А.Г., Маш Р.Д. Биология. 8 класс. Учебник. ФГОС [7]. Нами был выделен тот базовый материал, который является бионическими понятиями и используется как основа для создания технических изобретений человека (см. таблицы 1, 2, 3).

Таблица 1

Бионические понятия в разделе «Бактерии. Грибы. Растения»

№	Техническое изобретение человека	Определение бионического понятия	Включение понятия в смежные с биологией области
1	Застежка-липучка	Приспособление к распространению у плодов череды, лопуха с помощью маленьких крючков	Повседневная жизнь человека
2	Столовая солонка	Плоды мака – коробочка, которая вскрывается дырочками и, семена высыпаются при раскачивании стебля	Повседневная жизнь человека
3	Конструкция современных высотных фабричных труб	Стебель злаков – соломина, который выдерживает большие нагрузки и при этом не ломается под тяжестью соцветия	Архитектура

4	Парашют	Пассивный полет семян одуванчика (семя одуванчика имеет вертикальный стержень, наверху которого, расположено множество маленьких веточек с крючками)	Военная промышленность Спорт
5	Зонт	Строение кроны деревьев – совокупность веток и листьев в верхней части дерева	Повседневная жизнь человека
6	Медицинский инструмент – скальпель	Форма тростникового листа с его природной режущей кромкой	Медицина
7	Солнечная батарея	Подсолнечник обладает удивительным свойством: гелиотропизмом – это свойство некоторых растений изменять свое положение под влиянием света	Энергетика
8	Останкинская башня	Прообразом сооружения стал перевернутый цветок лилии - с прочным стеблем-стволом и четырьмя надежными лепестками-опорами, но позднее число опор увеличили до десяти	Архитектура
9	Электрические выключатели	Механизм захлопывания листа растения венерина мухоловка. В открытом состоянии – части листа отогнуты наружу, в закрытом – внутрь, формируя полость, выход из которой закрыт волосками. При стимуляции этих волосков или шипов, в основном, в результате движения ионов кальция образуется электрический импульс, который распространяется по листу и стимулирует клетки в лопастях и в средней линии	Электроэнергетика

10	Колючая проволока	Шипы розы и колючки кактуса – видоизмененные листья, которые защищают растения от травоядных животных	Военная промышленность Сельское хозяйство Повседневная жизнь человека
----	-------------------	---	---

Таблица 2

Бионические понятия в разделе «Животные»

№	Техническое изобретение человека	Определение бионического понятия	Включение понятия в смежные с биологией области
1	Застежка-молния	Строение пера птицы, состоящее из тысячи тончайших ворсинок, укрепленных вдоль его стержня; каждая ворсинка снабжена микроскопическими крючками, они сцепляются и создают ровную плотную поверхность пера	Повседневная жизнь человека
2	Шприц	Кровососущий аппарат насекомых	Медицина
3	Снегоход «Пингвин»	Особенность передвижения пингвинов (пингвин ложится на снег и, отталкиваясь крыльями и лапами, быстро скользит вперед)	Машиностроение
4	Грейферный экскаватор	Изогнутые крюками когти скопы и уникальная способность наружного пальца вращаться в разные стороны	Строительство
5	Шины автомобилей	Кошачья лапа, которая снабжена толстыми упругими подушечками	Автомобилестроение
6	Плавательный костюм	Благодаря зубчатой чешуе тело акулы становится более обтекаемым, что уменьшает	Спорт

		сопротивление воды	
7	Многоэтажные дома	Пчелиные соты, которые состоят из ячеек - геометрически правильных призм	Архитектура
8	Коврик в ванную на присосках	Метод охоты осьминога на жертву с помощью присосок на щупальцах, которыми он охватывает ее и присасывается; также благодаря присоскам осьминог двигается по скользким поверхностям, не съезжая вниз	Повседневная жизнь человека
9	Экскаватор	Передние лапы крота оснащены очень крепкими когтями, которыми он загребает и отгребает землю	Строительство Промышленность
10	Дамбы	Бобровая плотина, поддерживающая в водоемах воду на более высоком уровне	Гидротехника
11	Вертолет	Маневренность полета стрекозы (тело стрекозы имеет винтовую структуру, а два крыла расположены крестообразно на теле)	Военная промышленность
12	Самолет	Парящий полет птиц. При парении птица движется в воздухе продолжительное время, не делая взмахов крыльями и пользуясь восходящими воздушными потоками, которые образуются вследствие неравномерного нагрева поверхности земли солнцем	Авиастроение
13	Рыболовная сеть сачок	Паутина паука – секрет паутинных желёз, который вскоре после выделения застывает в форме нитей	Рыболовство

14	Весло	Задние лапы тюленя служат для передвижения в воде	Рыболовство Спорт
15	Плоскогубцы	Серповидные челюсти личинки муравьиного льва	Повседневная жизнь человека
16	Пинцет	Клюв веретенника – это комбинированный инструмент (до захвата пищи клюв сжат и служит в качестве ковыряющего и ищущего инструмента, только глубоко в земле он открывается и хватает пищу)	Медицина Повседневная жизнь человека
17	Реактивное движение самолета, ракеты и космических снарядов	Реактивный движитель кальмара (при реактивном способе плавания моллюск засасывает воду внутрь мантии и за счет выбрасывания струи воды через узкую воронку происходит движение)	Авиастроение Ракетостроение Космонавтика
18	Моторная лодка	Обтекаемая форма тела у обитателей водной среды	Судостроение
19	Игла – скарификатор, служит для забора крови	Строение зуба – резца летучей мыши, укус которой безболезнен и сопровождается сильным кровотечением	Медицина
20	Снегоступы – обувь для охотников в Арктике	Лапы сравнительно широкие; ступни, включая подушечки пальцев, покрыты густой щёткой волос, что позволяет легко передвигаться даже по рыхлому снегу	Охота
21	Туннель	Суслики выкапывают длинные лабиринты, соединенных между собой туннелей	Строительство дорог
22	Планер	Способность альбатроса преодолевать большие расстояния, не взмахивая крыльями	Спорт

23	Охранная сигнализация	Погремок на конце хвоста гремучей змеи. Этот погремок представляет собой изменённые чешуйки, образующие подвижные сегменты. Своеобразный «гремящий» звук возникает при соударении сегментов вследствие колебаний кончика хвоста	Охрана
24	Рыцарские доспехи	Раки, пауки, насекомые – имеют наружный скелет. Он покрывает тело, как панцирь, но состоит из отдельных твердых члеников	Защита носителя от оружия
25	Каркас из стальных пластин в бронетранспортере или танке	Панцирь черепахи очень прочен и имеет два слоя: внутренний (костный) и наружный (кератиновый). Костный слой панциря составлен из пластинок, а роговой — из щитков. Высокая прочность панциря частично вызвана тем, что границы между внутренними пластинками и наружными щитками не совпадают	Военная промышленность
26	Сито невод	Усатые киты питаются с помощью фильтрации – добывают пищу сразу большими партиями и процеживают ее через китовый ус	Рыболовство
27	Устройство «жабий глаз», которое используется в диспетчерской службе аэропортов, оно способствует безопасности полетов самолетов	Зрительная система амфибий позволяет быстро распознавать различные объекты, оценивать опасность и правильно на нее реагировать. Сетчатка глаза амфибий кодирует и передает в мозг комплекс	Авиастроение



	над аэродромом	качественных признаков окружающего мира	
28	Приборы – поводыри, фонари, ультразвуковые очки – локаторы для слепых, навигационные локаторы	Летучие мыши обнаруживают предметы, преграждающие им путь, испуская неслышимые для человека звуки и улавливая их эхо, отражённое от предметов	Медицина Навигация
29	Термометры	У сорной курицы имеются термолокаторы, воспринимающие на расстоянии тепловые лучи	Метеорология Повседневная жизнь человека
30	Поезд	Поезда имеют соединенные между собой элементы, как у сороконожки, что позволяет им передвигаться, делая крутые повороты в туннелях	Машиностроение
31	Радары	Принцип ориентирования сов с помощью ультразвуковых сигналов	Навигация
32	Парус	Крыло птицы, расположенное вертикально	Судостроительство

Таблица 3

### Бионические понятия в разделе «Человек»

№	Техническое изобретение человека	Определение бионического понятия	Включение понятия в смежные с биологией области
1	Основа Эйфелевой башни	Костная структура головки бедренной кости (головка кости покрыта изошренной сетью миниатюрных косточек, благодаря которым нагрузка удивительным образом перераспределяется по кости)	Архитектура
2	Контактные линзы	Хрусталик глаза	Медицина

		представляет собой прозрачное двояковыпуклое округлое эластичное образование. Снаружи хрусталик покрыт тонкой эластичной бесструктурной капсулой, которая представляет собой однородную прозрачную оболочку, сильно преломляющую свет и защищающую хрусталик от воздействия различных патологических факторов	
--	--	---	--

Анализ данных таблиц 1, 2, 3 показывает, что в учебниках биологии (авторская программа под редакцией Пономаревой И.Н. и др.) имеют место бионические понятия. Нами было обнаружено 44 таких понятий. При изучении раздела «Бактерии. Грибы. Растения» - 10 понятий, что составило 23% от общего количества. В разделе «Животные» и в разделе «Человек» бионические понятия также находят свое место: 32 (73%) и 2 (4%) соответственно. На основе полученных данных была разработана круговая диаграмма (см. рис. 1). На диаграмме видно, что больше всего понятий приходится на раздел «Животные», так как животный мир распространен по всему земному шару, он освоил все среды обитания: от водной среды до внутренней среды самого живого организма.

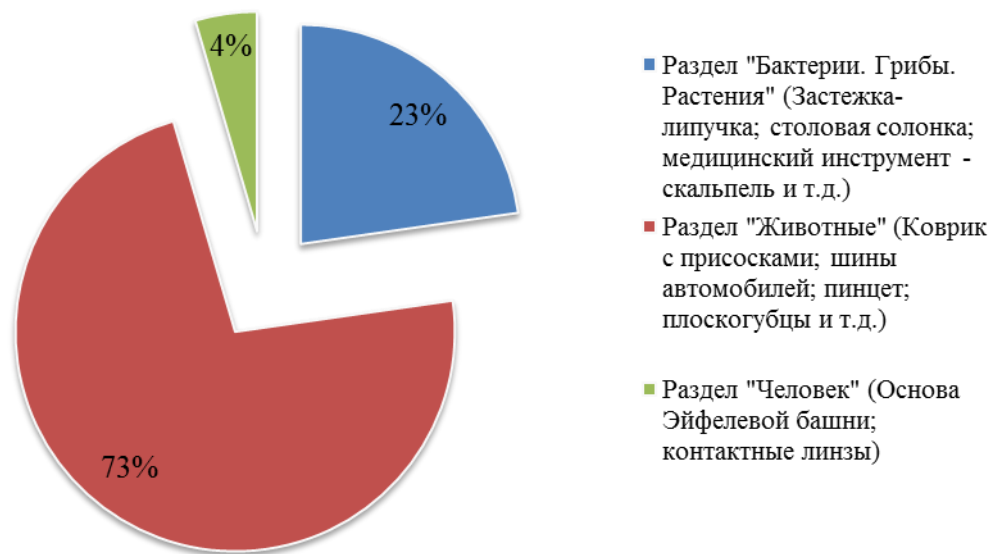


Рисунок 1. Распределение бионических понятий по разделам школьных учебников

## ГЛАВА III. ЭЛЕКТИВНЫЙ КУРС «БИОНИКА»: ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЙ

### *Пояснительная записка*

Природа – гениальный конструктор, инженер, художник и великий строитель. Любое творение природы представляет собой высокосовершенное произведение, отличающееся поразительной целесообразностью, надежностью, прочностью, экономичностью расхода строительного материала при разнообразии форм и конструкций.

Бурный рост технической мысли, начинающийся с середины нашего столетия, развитие биологии и вторжение в нее таких точных наук, как физика, химия, математика и особенно кибернетика, перебросившая мост от биологии к технике, - все это привело к взаимосвязи биологии и технических дисциплин и обусловило развитие нового научного направления, получившего название бионики (от слова «бион» - элемент, ячейка жизни) [14].

Бионика занимается изучением аналогией в живой и неживой природе, то есть изучением принципов построения функционирования биологических систем и их элементов и применением полученных знаний для коренного усовершенствования существующих технических систем, созданием принципиально новых машин, аппаратов, строительных конструкций и т.д.

Элективный курс «Бионика» предназначен для учащихся 9 класса, он познакомит учащихся с некоторыми биологическими системами живой природы, которые представляют интерес для биоников (об особых качествах и свойствах «живых моделей», их органах чувств, способах передвижения, систем ориентации, навигации и локации, конструктивных особенностях, а также о некоторых достижениях и задачах современной науки). Содержание

курса является некоторым дополнением школьной программы и одновременно развивает ранее приобретенные навыки и умения. А также при его изучении ребята получают дополнительные сведения о строении, функциях живых организмов, их взаимодействии между собой и с окружающей средой, познакомятся с интересными фактами изобретения различных технических устройств, попробуют взглянуть на окружающие их вещи с другой стороны.

Большое значение уделяется теме архитектурной бионики – новой ветви бионической науки. В строительном искусстве ярче, чем в какой-либо другой сфере деятельности человека, видны первые шаги бионики. Архитектурная бионика не предполагает копирование форм живой природы. Это глубокий научный поиск и исследование в органическом мире гармонически сформированных структур с целью использования в архитектуре законов и принципов их формообразования.

Сейчас на Земле насчитывается 1,5 млн. видов животных и не менее 500 тыс. видов растений, что составляет ничтожную долю общего числа видов, населяющих нашу планету со времен ее существования. Одной из причин быстрого исчезновения живых организмов на Земле явилась и деятельность человека. С 1960 года более 90 видов птиц и более 60 видов млекопитающих. Установлено. Что только четверть из этого числа исчезла по естественным биологическим и эволюционным причинам [26].

Бионика – одна из тех наук, которая теснейшим образом связана с живой природой, и которая остро ощущает необходимость в сохранении оставшихся видов на Земле. Не исключено, что среди исчезнувших с лица нашей планеты видов были такие, которые могли бы помочь науке решить не одну техническую проблему (примером этого являются чудесные свойства некоторых консервативных реликтов). Оттого, насколько разумно и бережно мы будем сегодня пользоваться созданиями мастерской природы, зависит не только материальное благополучие людей на планете, но и развитие

творческой мысли человека, развитие техники, искусства и всего прогресса на Земле.

А также содержание элективного курса «Бионика» поможет учащимся подготовиться к выбору будущей профессии и к поступлению на выбранный профиль.

### *Структура программы элективного курса «Бионика»*

Цель программы: расширить знания учащихся в области взаимодействия наук о природе, а также сформировать мотивацию выбора биологии для последующего изучения.

Результаты обучения:

I. Личностные: продолжить формирование личностных качеств, наблюдательности, аккуратности, памяти, умение развивать поисковую деятельность, интеллектуальную инициативу, развивать стремление учащихся к самостоятельному получению знаний, продолжить формировать мыслительной деятельности учащихся: уметь анализировать иллюстративный материал, сравнивать, обобщать и делать выводы.

II. Метапредметные: овладение навыков сотрудничества в процессе совместной работы, убежденности в возможности познании законов природы, разумного использования достижений науки в развитие человеческого общества.

III. Предметные: познакомить учащихся с основами науки бионики, расширить кругозор учащихся о принципе действия, применения некоторых технических устройств, а также познакомить учащихся с интересными фактами заимствования идей изобретений у живой природы.

*Учебно-тематический план*

№	Тема	Всего часов	Теоретическое занятие	Практическое занятие
1	Зарождение новой науки бионики	1	1	
2	Аэродинамика живых систем	2	1	1
3	Гидробионика	2	1	1
4	Природные архитекторы	2	1	1
5	Предвидение природных явлений	2	1	1
6	Природа и быт человека	2	1	1
7	Органы чувств	2	1	1
8	Мастера камуфляжа	2	1	1
9	Защита проектов	2		2
	Всего	17		

*Содержание программы*

Тема 1. Зарождение новой науки бионики (1 час).

Наука бионика. Вклад ученых в развитие бионики. Интеграция бионики с другими отраслями наук.

Тема 2. Аэродинамика живых систем (2 часа).

Пауки и первые воздушные шары. Происхождение парашюта, планера. Модели самолетов. Навигационные приспособления.

Тема 3. Гидробионика (2 часа).

Рекордсмены по скоростному плаванию. Реактивное движение кальмаров.

Тема 4. Природные архитекторы (2 часа).

Разнообразные жилища животных. Стволовая структура. Устьяца в архитектуре.

Тема 5. Предвидение природных явлений (2 часа).

Эмпирическая метеорология. Живые барометры. Самые чувствительные сейсмографы.

Тема 6. Природа и быт человека (2 часа).

Отражающие зеркала. Оптика учится у лягушек и крабов. Детекторы тепла, чувствительные к инфракрасным лучам. Каски каскадеров и дятел. Медицинский кабинет природы.

Тема 7. Органы чувств (2 часа).

Анализаторы животного мира. Терморегулирующие установки. Термостат млекопитающих и человека

Тема 8. Мастера камуфляжа (2 часа).

Защитные приспособления животных и растений. Мимикрия. Маскировка. Покровительственная и предупреждающая окраска. Физиологические, морфологические, биохимические адаптации.

Защита проектов (2 часа).

Защита предоставляется в любой форме: проект, поделка, реферат, презентация и т.д.

*Рекомендуемая литература для учителя:*

1. Лебедева Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. 269 с.
2. Литинецкий И.Б. Бионика. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1976. 336 с.



3. Прохоров А.И. Бионика. Новое в жизни, науке и технике. Серия "Физика и химия". М.: Издательство: Знание, 1963. 56 с.
4. Селезнев В.П., Селезнева Н.В. Навигационная бионика. М.: Машиностроение, 1987. 256 с.

*Рекомендуемая литература для учащихся:*

1. Тудор О. Занимательная бионика. Бухарест: Издательство "Альбатрос", 1986. 163 с.
2. Прохоров А.И. Бионика. Новое в жизни, науке и технике. Серия "Физика и химия". М.: Издательство: Знание, 1963. 56 с.
3. Цойх М. Бионика: Энциклопедия. Серия: Зачем и почему. Издательство: Мир книги, 2007. 48 с.
4. Штейнгауз А. Инженер и природа, или Что такое бионика. М.: «Детская литература», 1968. 48 с.

Приведем фрагменты учебных занятий элективного курса «Бионика» по отдельным темам.

*Фрагмент I.*

Тема учебного занятия: Мастера камуфляжа

Дидактическая задача: сформировать знания о приспособлениях к среде обитания у животных и растений, познакомить учащихся с особенностями адаптаций к внешним раздражителям, классифицировать защитные приспособления животных и растений, а также познакомить с удивительными открытиями бионики, определить их роль в жизни человека; продолжить формировать развитие личностных, творческих способностей, альтернативного мышления учащихся, развитие коммуникативных способностей при работе в группе, познавательных действий (образного мышления, памяти, внимания, сообразительности); способствовать развитию

умения видеть гармонию и красоту природы, создать условия для бережного отношения к родной природе.

Планируемые результаты учебного занятия:

Предметные:

- Объяснять особенности приспособлений к среде обитания у животных и растений;
- Понимать смысл биологических терминов: адаптация, покровительственная окраска (маскировка), предупреждающая окраска, мимикрия, защита от поедания.
- Определять роль бионических открытий в жизни человека;

Метапредметные:

*познавательные:*

- Работать с информационными текстами;
- Работать с таблицей;
- Осуществлять логические умения (сравнивать, анализировать, классифицировать биологические понятия, делать выводы);

*коммуникативные:*

- Обсуждать в группе информацию;
- Слушать учителя и обосновывать свое мнение;
- Выражать свои мысли и идеи;

*регулятивные:*

- Самостоятельно обнаруживать и формулировать учебную проблему, определять цель учебной деятельности;
- Планировать свою работу при выполнении заданий учителя;
- Отрабатывать навыки самоконтроля, самооценки и взаимоконтроля;

Личностные:

- Осознавать неполноту знаний, проявлять интерес к новому содержанию;
- Оценивать собственный вклад в работу группы.

Рекомендуемая литература к занятию:

1. Агнес Г., Жан-Аркади М. Бионика. Когда наука имитирует природу. Издательство: Техносфера, 2013. 280 с.
2. Асташенков П.Т. Что такое бионика. Серия: Научно-популярная библиотека. Издательство: Воениздат, 1963. 88 с.
3. Литинецкий И.Б. Бионика. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1976. 336 с.
4. Тудор О. Занимательная бионика. Бухарест: Издательство "Альбатрос", 1986. 163 с.

При изучении данного учебного занятия предлагаем использовать следующий дидактический материал:

Приспособления к среде обитания проявляются во внешнем и внутреннем строении, процессах жизнедеятельности, поведении. Форма тела различных животных служат ярким примером приспособленности организмов к среде обитания. Покровительственная окраска и форма тела у некоторых животных делают их незаметными на фоне окружающей среды, маскируют их. Некоторые животные имеют яркую окраску, которая резко выделяет их на фоне окружающей среды. Такая окраска называется предупреждающей. Некоторые беззащитные и съедобные животные подражают видам, которые хорошо защищены от нападения хищников. Это явление называется мимикрией. Защита от поедания свойственна многим животным и растениям. Они защищают себя сами. Поведенческие адаптации – это изменения поведения животных в тех или иных условиях: забота о потомстве, образование отдельных пар в брачный период, а зимой

объединение в стаи, что облегчает пропитание и защиту, отпугивающее поведение, замирание, имитация ранения или смерти, спячка, запасание корма. Приспособленность процессов жизнедеятельности к условиям обитания называются физиологическими адаптациями: накопление жира пустынными животными, железы, избавляющие от избытка солей, теплолокация, эхолокация. Биохимические адаптации связаны с образованием в организме определенных веществ, облегчающих защиту от врагов или нападение на других животных (см. рис. 2).

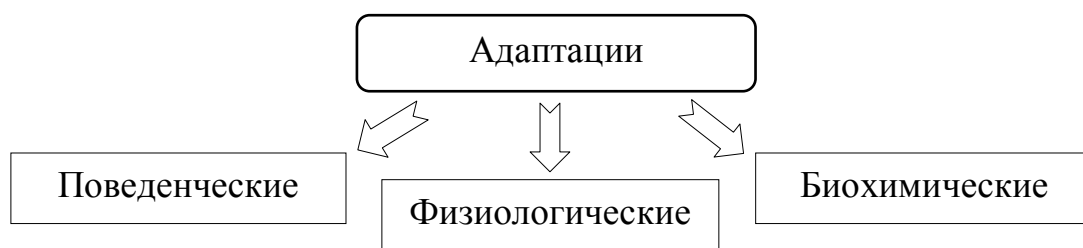


Рисунок 2. Виды адаптаций животных

В ходе занятия учащиеся, работая в группе по 4 человека, заполняют таблицу «Классификация защитных приспособлений животных и растений». В готовом виде она выглядит следующим образом:

«Классификация защитных приспособлений животных и растений»

Формы приспособлений	Особенности и примеры
Форма тела	Обтекаемая форма тела позволяет дельфину развивать в воде $v=40$ км/ч. Сокол – сапсан в погоне за добычей развивает $v= 290$ км/ч. Скорость пингвина в толще воды 35 км/ч.
Покровительственная окраска (маскировка)	У открыто гнездящихся птиц самка, сидящая на гнезде почти неотличима от окружающего фона. Соответствует фону и пигментированная скорлупа яиц. Интересно, что у птиц, гнездящихся в дупле, на деревьях, самки нередко имеют яркую окраску, а скорлупа светлая. Примеры: Перепел и его яйца. Горихвостка, яйцо кукушки в гнезде горихвостки. Эффект покровительственной окраски повышается при

	ее сочетании с соответствующим поведением: в момент опасности многие животные замирают, принимая позу покоя. Гусеницы некоторых бабочек напоминают сучки, а тело некоторых бабочек – лист. Удивительное сходство с веточками наблюдается у палочников.
Предупреждающая окраска	Очень яркая окраска (обычно белая, желтая, красная, черная) характерна для хорошо защищенных ядовитых, жалящих форм. Несколько раз, попытавшись отведать клопа-солдатика, божью коровку, осу, птицы в конце концов отказываются от нападения на жертву с яркой окраской. Примеры: Клоп-солдатик. Божья коровка. Песчаная эфа.
Мимикрия	Мимикрия – это сходство беззащитного или съедобного вида с хорошо защищённым и обладающим предостерегающей окраской. Примеры: Бабочка вице-король повторяет форму и окраску крыльев ядовитой бабочки-монарха. Муха копирует облик и поведение пчелы. Молочная змея успешно имитирует окраску кораллового асида. Как правило, численность копируемых особей во много раз выше, чем копирующих.
Защита от поедания	Защита от поедания у растений. Обжигающие волоски крапивы, колючки у барбариса. Защита от поедания у животных. Панцирь у черепахи и броненосца. Иглы у дикобраза и ежа.
Поведенческие адаптации	Изменения поведения в тех или иных условиях. Пример: лягушка Лопатоног. Земноводное пустыни, живущее большую часть жизни в норах, выходит ночью на охоту, когда спадёт жара. Характерная черта поведения опоссума - способность притворяться мертвыми при опасности, в этой "игре" опоссум просто неподражаем. Самец колюшки строит гнездо с 2 выходами – забота о безопасности потомства. Речной бобр запасает до 20 кубических метров корма.
Физиологические адаптации	Совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий. Железы, выделяющие растворы солей, расположены у самых глаз крокодила и, кажется, будто хищник плачет. Накопление жира пустынными животными перед наступлением засушливого сезона. Верблюд может обходиться без воды, теряя при этом до

	<p>40 % веса тела.</p> <p>Летучие мыши используют эхолокацию для ориентации в пространстве и определения местоположения объектов вокруг, при помощи высокочастотных звуковых сигналов. Анабиоз - состояние живого организма, при котором жизненные процессы (обмен веществ и др.) настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни.</p>
Биохимические адаптации	<p>Образование в организме определенных веществ, облегчающих защиту от врагов или нападение на других животных. Нападая, скунс задирает хвост, выгибает спину и стучит передними лапками. Если враг не отстает, зверек поворачивается спиной и, подняв хвост, выпускает струю отвратительно пахнущей жидкости. Скорпионы используют свой яд, чтобы убить или парализовать добычу, чтобы ее можно было съесть, или для защиты от врагов.</p>

В завершении учитель предлагает обсудить вопрос об относительном характере приспособлений. Вопрос: абсолютны ли приспособления животных?

Учащиеся отвечают: Относительный характер приспособленности. Ёж защищается от лисы иголками и сворачивается в клубок, но если рядом ручей, лиса скатывает его в воду, где мышцы ежа разжимаются и он становится лёгкой добычей. Ядовитых змей, опасных для многих животных, поедают мангусты.

Далее организуется беседа с учащимися о проблемах бионики:

*Тема 1: Мастера камуфляжа*

Камуфляж в природе – это защитный окрас животных, появившийся в результате приспособления к окружающей среде. В животном мире широко "используются" покровительственная окраска и мимикрия - защитное подражание другим объектам, цветом или формой тела. Самая распространенная форма этого явления - подражание объектам неживой

природы, растениям, причем используют эту маскировку и хищники, и их потенциальные жертвы. Некоторые животные обладают способностью изменять свою окраску в зависимости от фона, на котором они находятся (хамелеоны, осьминоги и др.) - это, конечно, "высший пилотаж" маскировки в животном мире. Другие животные, такие, как заяц-беляк, меняют окраску "на сезон", во время линьки.

Охотники издавна начали подражать животным, за которыми охотились, прикрепляли к своей одежде траву, а вот, например американские индейцы надевали шкуры бизона при охоте на него. А в современности, люди, чтобы скрыться в определенной местности и быть незамеченными другими людьми или животными изобрели камуфляж.

## *Тема 2. От роз до колючей проволоки*

Острые шипы сдерживают многих хищников от нападения, поскольку возрастает риск получить ранение во время атаки. В болезненные, причиняющие страдания раны часто попадает инфекция, и они могут даже стать причиной смерти, поэтому хищники приближаются к животным, защищённым колючками, с большой осторожностью. Длинные шипы защищают от нападающих, но в то же время сковывают движения их обладателей. Розы не могут убежать от своих врагов, поэтому они защищаются от травоядных животных шипами. Если стебли растений с шипами срезаны, то выросшие им на смену побеги ещё гуще покрыты колючками, чтобы усилить защиту от будущих нападений. Колючки сформировались из видоизменившихся листьев, которые одеревенели и заострились. Колючки имеют и кактусы. Они содержат влагу в стебле и поэтому служат источником пищи и воды для обитателей пустыни. Они защищают себя от травоядных животных игловидными колючками, которые заменяют им листья. Эффект колючей проволоки схож с эффектом шипов на розах или колючек на кактусах. Раньше колючая проволока предназначалась для того, чтобы не разбредался домашний скот, поэтому сначала она

использовалась в качестве легкодоступной дешёвой изгороди. Сейчас колючую проволоку применяют и для охраны жилища от непрошенных гостей; она ловит в западню и ранит всякого, кто попытается через неё перебраться.

### *Тема 3. От осы к предупредительным знакам*

Если животное ядовитое и может жалить или кусать, то его яркая окраска действует, как предупреждение. Возможные недруги рискуют получить ранение или даже погибнуть, если приблизятся слишком близко. Хищники быстро учатся связывать определённые легко узнаваемые цветные орнаменты с опасностью. Люди часто используют цвет в аналогичных целях, чтобы предупреждать о возможном риске, устанавливая, например, полосатые ограждения на железнодорожных переездах и развешивая ярко раскрашенные предупредительные знаки на опасных объектах или веществах. Птицы знают, что божьи коровки, имеющие красный цвет, вырабатывают горький яд. Все водители знают, что значит красный свет светофора. Осы вооружены ядовитым жалом. При этом они окрашены в чёрно-жёлтые полосы. Предупредительные цвета привычны для животных. Даже далёкие друг от друга виды имеют схожие узоры и комбинации чёрного и жёлтого и красного цветов. Хищники всегда ассоциируют эти знаки с опасностью, даже если их обладатели безобидны. Некоторые мухи хотя и не имеют жала, но окрашены в те же цвета, что и осы, и это действует, как защита. Расцветка осы использована как международный сигнал, предупреждающий о радиоактивной опасности. Он установлен повсюду в тех местах, где есть радиация. Предупредительные знаки должны быть чётко видны и распознаваться каждым, независимо от языка, на котором он говорит.

Практическое домашнее задание: Разработать «предупреждающий знак по окраске животного или растения».



## *Фрагмент II.*

Тема учебного занятия: Природные архитекторы

Дидактическая задача: сформировать знания у учащихся о разнообразии жилищ животного мира, взаимосвязи организмов с окружающей средой, сформировать умения видеть реальность во взаимосвязи обитания живых организмов и сред обитания, распознавать признаки приспособленности растений и животных в совместной жизни, а также вспомнить механизм действия устьиц растений, сформировать знания о заимствовании у природы новых архитектурных конструкций; формировать познавательные умения – анализ, синтез, обобщение, сравнение, делать выводы; умение вести диалог; формирование экологической культуры, освоение основных принципов и правил отношений к живой природе, способствовать развитию умения видеть гармонию и красоту природы, создать условия для бережного отношения к родной природе.

Планируемые результаты учебного занятия:

Предметные:

- Выделять существенные признаки различных сред обитания;
- Классифицировать объекты по принадлежности к разным средам обитания;
- Объяснять роль животных в практической деятельности человека;
- Овладеть методами наблюдения и описания объектов и процессов в различных средах обитания;
- Выявлять эстетические достоинства объектов живых организмов разных сред обитания.

Метапредметные:

*познавательные:*

- Овладение умениями исследовательской и проектной деятельности, включая умение видеть проблему, ставить вопросы, защищать свои идеи;
- Умение работать с разными источниками биологической и технической информации: находить информацию в различных источниках, анализировать и оценивать информацию, преобразовывать информацию из одной формы в другую;

*регулятивные:*

- Способность выбирать целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе;

*коммуникативные:*

- Умение адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции;
- Сравнить разные точки зрения, отстаивать свою позицию.

*Личностные:*

- Осознавать неполноту знаний, проявлять интерес к новому содержанию;
- Формирование познавательных интересов и мотив, направленных на изучение живой природы.

Рекомендуемая литература к занятию:

1. Агнес Г., Жан-Аркади М. Бионика. Когда наука имитирует природу. Издательство: Техносфера, 2013. 280 с.
2. Асташенков П.Т. Что такое бионика. Серия: Научно-популярная библиотека. Издательство: Воениздат, 1963. 88 с.

3. Лебедева Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. 269 с.
4. Литинецкий И.Б. Бионика. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1976. 336 с.
5. Гудор О. Занимательная бионика. Бухарест: Издательство "Альбатрос", 1986. 163 с.

При изучении данного учебного занятия предлагаем использовать следующий дидактический материал:

#### Различные жилища животных

В мире животных очень много разнообразных жилищ. Мышь-малютка, например, аккуратно разрезав листок на тонкие полоски, необыкновенно ловко и проворно плетет кошелек, составляющий основу висячего гнезда. Термиты, из пережеванной и переваренной в утробе миллионы насекомых древесины, возводят на редкость прочные, со сложной вентиляционной системой, гнезда-глыбы высотой до 5-6 метров. Известно много удивительных фактов, связанных со строительной деятельностью бобров. Даже зоологов иногда поражают размеры устроенных ими плотин, целесообразность выбора места для них, сложность конструкции и разнообразия типов бобровых жилищ. Приступая к строительным и ремонтным работам, бобр предварительно осматривает место, «прикидывает», какие использовать строительные материалы. Если предстоят капитальные работы, он отправляется за толстыми ветками и обрубками стволов. Для текущего ремонта доставляются тонкие ветки и палки.

Не менее интересна технология строительства пауком ловчей паутины. Блестящая под каплями росы, ажурная конструкция кажется скорее произведением искусства, чем смертельным капканом. У каждого из видов пауков конструкция паутины собственная. Например, пауки-ткачи каждую

ночь разрушают свою работу, а утром по точному графику плетут паутину ВНОВЬ.

Учитель предлагает учащимся вспомнить, как пауки плетут свою паутину и что способствует им в этом? А также, с какой целью они это делают? Учащиеся дискутируют по этим вопросам, а затем следует объяснение учителя:

В конце задней части тела паука находятся шесть подвижных волосяных утолщений (в виде бородавок). Эти «волосы» на самом деле представляют собой трубки – шестьсот трубок на каждой бородавке, соединенной с особой железой. Из трубки выделяется тягучая жидкость, которая моментально застывает на воздухе в виде нити толщиной в тысячную долю миллиметра (пауки некоторых видов могут ткать также цветные нити). Сотни таких нитей, сплетаясь, образуют видимую нить паутины. В зависимости от целей применения паутины (для строительства гнезда, западни, опутывания жертвы, плетения коконов или перелета). У паука действуют разные железы, подающие различный материал, тем самым влияя на качество паутины. Некоторые нити пауков выдерживают нагрузку около ста грамм.

Далее учитель задает вопрос: Как вы думаете, все ли птицы живут в гнездах? А где еще строят свои жилища птицы? Ученики высказывают свои предположения и догадки, а затем следует рассказ учителя:

Изумительно архитектурно-строительное искусство птиц. Нам думается, если бы люди вдруг решили провести среди животных конкурс на лучшего «строителя» или «архитектора», то не исключено, что все первые места достались бы пернатым. Где они только не сооружают свои жилища. Одни любят дупла, другие – щели и норы, третьи выют гнезда в ветвях деревьев и кустах, в траве, на скалах, под крышами домов и на воде. Иногда птицы, преимущественно певчие, устраивают гнезда на вагонах, пароходах и

путешествуют вместе с ними. Встречаются и оригиналы, такие, как, например, птицы-мухи, которые умудряются свить гнездо и вывести в нем птенцов в самых, казалось бы, неподходящих и неудобных местах (на шнуре висящей под потолком электрической лампы, либо на подкове, вывешенной «на счастье» около дома).

Отличительная особенность птичьих гнезд – огромное разнообразие форм и размеров, высокая конструктивная прочность, а иногда и довольно большая сложность. Искусным строителем славит воробей. Его шарообразное гнездо – сложное сооружение. Воробей мастерски сплетает его из самых разнообразных материалов: лоскутков, ниток, перьев, кусочков мочала и бумаги, травинок и соломинок. Внутри гнезда – мелкие перья и мягкий пух. В теплый и по-своему уютный дом ведет небольшое отверстие – леток.

Славятся строительным мастерством и длиннохвостые синицы – маленькие пушистые пепельно-белые птички. Их гнезда, как и воробьиные, закрыты со всех сторон и несколько вытянуты по вертикали. Синицы плетут их из зеленого мха, скрепленного паутиной и волокнами коконов насекомых. В добавление «стройматериалы» лишайников, кусочков коры и пуха делает дом прочным и улучшает его маскировку.

Ремезы строят висячие жилища из тополиного пуха. По форме и размерам их гнездо похоже на рукавицу. Вход там, где у рукавицы «большой палец».

Красавица иволга подвешивает свой дом к веткам высоко, в кроне дерева. Строит она его обычно из мягкой коры, прошлогодних листьев и стеблей, паутины и пакли. Снаружи гнездо замаскировано мхом, и в листве дерева разглядеть его очень трудно. Но, пожалуй, самая любопытная деталь гнездования этой яркой птицы – постепенное изменение наклона гнезда по отношению к стволу. Иволга словно знает, что со временем под тяжестью

гнезда ветви будут гнуться книзу, и начинает строительство на ветках, приподнятых вверх.

В Вест-Индии обитает птица-портниха. Свои гнезда она устраивает на деревьях, пользуясь ниткой и иголкой собственного «изобретения». Ниткой служит растительное волокно, иголкой – клюв, строительным материалом – листья.

Далее организуется беседа с учащимися о проблемах бионики:

Разумеется, все многогранное строительное мастерство животных не могло не привлечь к себе самого пристального внимания наших далеких предков. Присматриваясь к всевозможным конструкциям нор и гнезд, внимательно изучая веками отработанную, проверенную жизнью технологию их сооружения, человек многое позаимствовал из сокровищницы строительного искусства животных.

Немало замечательных сооружений в далеком прошлом человек создал, копируя архитектурные формы растительного мира. Всмотритесь в легкие африканские постройки, и увидите в них очертание цветков и деревьев, древневосточные пагоды напоминают стройные ели с тяжело висящими ветками, мраморная колонна Парфенона – олицетворение стройного ствола дерева, колонна Египетского храма подобно стеблю лотоса, готическая архитектура – воплощение в бесстрастном камне конструктивной логики, гармонии и целесообразности живого. Вспомните знаменитые Кижы. Их купола напоминаю луковицы. Церковь в Филях, как живой организм, уменьшается с высотой, развивается от центра к периферии. Вся она как бы трепещет, все в ней тонко и гармонично.

Выдающийся русский естествоиспытатель – дарвинист К.А. Тимирязев сказал: роль стебля, как известно, главным образом архитектурная: это твердый остов всей постройки, несущий шатер листьев, и в толще которого, подобно водопроводным трубам, заложены сосуды, проводящие соки.

Именно на стеблях узнали мы целый ряд поразительных фактов, доказывающих, что они построены по всем правилам строительного искусства.

Выяснилось, например, что конструкция построенной в 1889 году в Париже всемирно известной Эйфелевой башни чуть ли не в точности повторяет строение большой берцовой кости человека.

Не менее интересный сюрприз преподнес инженером и пухонос – растение из семейства осоковых. Когда сравнили поперечные разрезы его стебля и железобетонной высотной фабричной дымовой трубы, рассчитанной по всем правилам современного сопромата, оказалось, что они удивительно похожи: обе конструкции полые; склеренхимные тяжи стебля пухоноса, также как и продольная арматура трубы, располагаются по его периферии. Вдоль стенок обеих конструкций находятся овальные вертикальные пустоты. Роль спиральной арматуры, размещенной у внешней стороны трубы, в стебле пухоноса играет тонкая кожица.

Основная функция фабричной трубы, как известно, состоит в создании тяги необходимой для нормального протекания процессов горения, и в отведении вредных газов (дыма) в высокие слои атмосферы. Это обусловило значительные вертикальные размеры ствола трубы. Стебель пухоноса играет важную роль в жизнедеятельности всего организма как проводник питания. Ему нужна живительная энергия солнца, он все время тянется к теплу и свету и этим определяется его высота. Таким образом, у фабричной дымовой трубы и стебля осокового растения «жизненные» цели разные. Но у них есть и нечто общее: массивная труба и тонкий, стройный стебель находятся под воздействием одностипных статических и динамических нагрузок. Они должны противостоять собственной массе, ветру, осадкам, буре и т.д. Однотипность внешних механических воздействий и потребность в вертикальности обусловили конструктивное сходство живой и технической системы. Решение человека и природы оказались едиными, ибо природа и

техника строят по одним и тем же законам, соблюдают принцип экономии материала, ищут для создаваемых систем оптимальные конструктивные решения.

Древнегреческие зодчие, строители храма Аполлона задумали соорудить такую колоннаду, чтобы каждая колонна оставалась стройной, надежно выдерживала свою часть тяжести. Каким может быть наименьший диаметр колонны, зодчие не знали: законы прочности были найдены много веков спустя. И тогда вспомнили о тех стройных и прочных живых колоннах, которые десятилетиями выдерживают тяжесть человеческого тела – вспомнили о ногах. Строители измерили след мужской ступни в отношении к росту человека. Получилось, что опорное основание должно составлять одну шестую высоты – это отношение и было положено в основу при изготовлении колонн храма. Красота древнегреческих колоннад восхищает нас и поныне.

Новые, порой весьма оригинальные архитектурные формы, конструктивные решения подсказывает зодчему динамика живого. Так, например, известный архитектор Э. Сааринен заимствовал у природы решения одного из самых интересных своих сооружений – Нью-Йорского аэровокзала. Крылья этого здания изогнулись над землей, словно крылья парящей в воздухе птицы.

Природа учит нас смотреть на здание как на живой организм. Исходя из этого, большой интерес представляют способы защиты и изоляции живых организмов от неблагоприятных климатических воздействий, приспособления, которые обеспечивают растениям нормальный газовый обмен, регулирование температуры, влажности и т.п. Так, например, еще в 19 в. С. Швенденер обратил внимание на продолговатые, «остроумноустроенные вентиляционные отверстия» растений, называемые устьицами.



Учитель предлагает ученикам вспомнить, что такое устьица и какие она выполняет функции?

Устьица – это особые природные автоматические устройства, позволяющие осуществлять газо-и влагообмен, поддерживать необходимый уровень влажности внутри растения. Механизм работы устьиц: при значительном притоке влаги, превышающем потери в листьях, устьица широко открывается, и способствуют процессу испарения. Когда влаги не хватает, клетки устьиц расслабляются и прикрывают вентиляционные отверстия, расход влаги сокращается. Количество и расположение устьиц на листьях растений зависят от климатического пояса. Исследования показали, что во влажных районах устьица располагаются на поверхности листа и их отверстия широко открыты, а в засушливых районах устьица расположены глубоко в мякоти листа и их количество невелико.

Принцип работы устьиц не может не привлечь внимания сантехников. «Есть предложение, - пишет инженер-строитель В.Н. Семенов, - использовать принцип работы устьиц в строительной технике: заменить форточки и открывающиеся фрамуги жилых общественных и промышленных зданий «дышащими стенами», со сквозными отверстиями, регулируемые автоматическими клапанами. Рассчитав заранее действие клапанов, можно поддерживать в помещении любой температурно-влажностный режим.

Многое может подсказать природа инженерам в решении актуальных проблем водоснабжения новых жилых массивов, промышленных комплексов. Возьмем, к примеру, обыкновенный зеленый лист. Он снабжен тончайшими полыми трубочками, несущими клеточный сок. Ученые пришли к заключению: расположение жилок (иннервация) полых трубочек в зеленом листе – это самая экономичная и надежная схема питания, которую целесообразно использовать при водоснабжении больших территорий.

Практическое домашнее задание: Разработка доклада-постера по группам на соответствующие темы: «Пчелы и секрет шестиугольных домиков», «Бобры и гидротехника», «Мудрая геометрия яйца», «Диатомеи, радиолярии и строения будущего», «Растения революционизируют архитектуру», «Подсолнечник и гелиотропические сооружения».

## ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенная исследовательская работа позволила сделать следующие выводы:

1. Анализ биологической и технической литературы показал, что современное биологическое образование подразумевает формирование знаний законов, теорий, закономерностей живой природы, умений глобально мыслить, устанавливать преемственные связи и отношения в строении и процессах жизнедеятельности живых организмов. Данные цели, в немалой степени, решает бионика.
2. Анализ современного состояния исследуемой проблемы в школьных учебниках биологии по авторской программе И.Н. Пономаревой свидетельствует, что изучению основ бионики уделено достаточное внимание, выделены бионические понятия, связывающие понятия биологии с техникой, медициной, архитектурой и имеющие утилитарное значение.
3. В ходе проведенной работы была разработана программа элективного курса «Бионика» и выделены методические рекомендации для его проведения в 9 классе, что обеспечило углубленное знакомство с комплексными предметами естественнонаучного цикла и поможет учителю в ходе учебно-воспитательного процесса использовать разнообразные методические приемы, активизирующие знания учащихся.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агнес Г., Жан-Аркади М. Бионика. Когда наука имитирует природу. Издательство: Техносфера, 2013. 280 с.
2. Андреева Л.В. В мире оболочек: От живой клетки до космического корабля. М.: Знание, 1986. 176 с.
3. Асташенков П.Т. Что такое бионика. Серия: Научно-популярная библиотека. Издательство: Воениздат, 1963. 88 с.
4. Гейтс Ф. Живая природа. М.: Премьера, Астрель, АСТ, 2001. 167 с.
5. Горленко Н.М., Галкина Е.А., Голикова Т.В. Учебные занятия в условиях реализации ФГОС (естественнонаучные предметы). Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2015. 190 с.
6. Губерман И.М. Третий триумvirат. Издательство: «Детская литература», 1974. 54 с.
7. Драгомилов А.Г., Маш Р.Д. Биология. 8 класс. Учебник. ФГОС. Серия: Основная школа / Биология. Экология. Издательство: Вентана-Граф, 2016. 288 с.
8. Жерарден Л. Бионика. В мире науки и техники. Издательство: Мир, 1971. 232 с.
9. Константинов В.Г., Бабенко В.Г., Кучменко В.С. Биология. 7 класс. Учебник. ФГОС. Серия: Основная школа / Биология. Экология. Издательство: Вентана-Граф, 2015. 288 с.
10. Крайзмер Л.П. Бионика. Массовая радиобиблиотека, выпуск 453. Издательство: Госэнергоиздат, 1962. 72 с.
11. Крайзмер Л.П., Сочивко В.П. Бионика. М.: Издательство: Энергия, 1968. 115 с.
12. Крайзмер Л.П. Кибернетика. Учебное пособие. М.: Агропромиздат, 1985. 169 с.
13. Лебедева Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. 269 с.

14. Литинецкий И.Б. Бионика. Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1976. 336 с.
15. Литинецкий И.Б. Беседы о бионике. М.: Наука, 1968. 287 с.
16. Литинецкий И.Б. На пути к бионике. М.: Просвещение, 1972. 321с.
17. Литинецкий И.Б. Изобретатель природа. М.: Знание, 1980. 179 с.
18. Мартека В. Бионика. Издательство: Мир, 1967. 143 с.
19. Папанек В. Дизайн для реального мира. М.: «Издатель Дмитрий Аронов», 2015. 120 с.
20. Пономарева И.Н., Кучменко В.С., Корнилова О.А. Биология. 6 класс. Учебник. ФГОС. Серия: Основная школа / Биология. Экология. Издательство: Вентана-Граф, 2016. 192 с.
21. Прохоров А.И. Бионика. Новое в жизни, науке и технике. Серия "Физика и химия". М.: Издательство: Знание, 1963. 56 с.
22. Селезнев В.П., Селезнева Н.В. Навигационная бионика. М: Машиностроение, 1987. 256 с.
23. Тудор О. Занимательная бионика. Бухарест: Издательство "Альбатрос", 1986. 163 с.
24. Цойх М. Бионика: Энциклопедия. Серия: Зачем и почему. Издательство: Мир книги, 2007. 48 с.
25. Штейнгауз А. Инженер и природа, или Что такое бионика. М.: «Детская литература», 1968. 48 с.
26. Беседы бионика для учащихся начальной и средней школы [Электронный ресурс]: <http://skachate.ru/>, свободный. – яз. рус. URL.
27. Биология [Электронный ресурс]: <http://biologylib.ru/>, свободный. – яз. рус. URL.
28. Гидродинамика живых систем [Электронный ресурс]: <https://infourok.ru/>, свободный. – яз. рус. URL.
29. Строение и механизм работы устьиц растений [Электронный ресурс]: <http://meduniver.com/>, свободный. – яз. рус. URL.

30. Первые примеры бионики [Электронный ресурс]: <http://900igr.net/>, свободный. – яз. рус. URL.
31. Фестиваль педагогических идей [Электронный ресурс]: <http://festival.1september.ru/>, свободный. – яз. рус. URL.