

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

УТВЕРЖДЕНА

Протоколом заседания
Редакторского совета
НИЦ «Курчатовский институт»
№ 2 от «1» сентября 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере
общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий»**

НАПРАВЛЕННОСТЬ: ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ

Уровень программы: базовый

Возраст обучающихся: 12–14 лет

Срок реализации: 1 год

Авторский коллектив
по разработке программы

г. Москва
2023 год

Междисциплинарные НБИКС-природоподобные технологии:
Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий. 7 класс»/
Под общей ред. М.В. Ковальчука

Авторский коллектив: Н.В. Бычков, К.Г. Гаев, Л.И. Демидова, А.А. Захаревич, Е.А. Куликов, Е.В. Лаптенкова, А.С. Медведева, А.Д. Московский, Д.А. Мустафин, Я.Э. Сергеева, Ф.В. Субач, О.М. Субач, Д.Г. Чжао

Рабочая группа проекта: А.В. Карпухин, В.А. Демин, З.Н. Чернышева, Л.А. Амелина, Н.Н. Губанова, Е.Л. Овсянникова, А.В. Огнев, Ю.Н. Орлов, М.Ю. Осипова, М.А. Седелкин, О.И. Тимаева

Редакторский совет: Е.А. Толстикова, Е.Б. Яцишина, Л.И. Асанова, К.Е. Борисов, А.А. Воронов, П.К. Кашкаров, Н.А. Киселева, С.А. Козубняк, Б.Н. Коробец

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Пояснительная записка	3
2.	Учебный (тематический) план	9
3.	Содержание учебного (тематического) плана	11
4.	Материально-технические условия реализации программы	17
5.	Методическое обеспечение программы	18
6.	Список литературы	18
7.	Интернет-ресурсы	20

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

НБИКС-конвергенция – междисциплинарная область знания, в которой происходит взаимодействие нано-, био-, инфо-, когно- и социотехнологий при потенциальном их слиянии в единую науку.

Достижения научно-технического прогресса стремятся помочь человеку улучшить биологические характеристики своего организма, стать совершеннее, прожить долгую и комфортную жизнь.

В Программу «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий» (далее – Программа) включены разделы, касающиеся характеристики процессов преобразования живыми организмами внешних энергетических ресурсов в полезную работу; разнообразия материалов; основных особенностей строения и работы мозга; природоподобных технологий.

Программа может быть использована при реализации проектов предпрофессионального образования (Курчатовский класс).

Актуальность Программы

Технологии охватили социальные, экономические, культурные процессы, проникли во все сферы жизнедеятельности людей. В настоящее время в рамках развития технонауки, ориентированной исключительно на практические результаты своей деятельности, формируется ее ключевое направление – НБИКС-конвергенция. Запросы современного общества стимулируют развитие конвергентных технологий.

Реализация Программы позволяет актуализировать знания обучающихся о НБИКС-технологиях и сформировать у них представление об усовершенствовании человеческой природы с их помощью.

Новизна Программы

Новизна Программы заключается в расширении кругозора обучающихся, в повышении их познавательной активности, в приобретении знаний в различных областях нано-, био-, инфо-, когно- и социотехнологий, в развитии аналитических и творческих способностей, в умении логически мыслить. В основу Программы заложены различные подходы к содержанию и методам обучения учащихся, а также формы работы, направленные на дополнение и углубление знаний в областях естественных наук, робототехники и материаловедения.

Педагогическая целесообразность Программы

Педагогическая целесообразность Программы заключается в том, что создаются оптимальные условия для формирования у обучающихся навыков практической деятельности в процессе изучения естественных наук и робототехники, а также в возможности профессиональной идентификации и ранней профилизации обучающихся.

Отличительная особенность Программы

Отличительная особенность Программы состоит в том, что в основе принципов реализации данной программы лежит не только теоретическая подготовка, но и развитие практических и творческих навыков обучающихся.

Содержание программы позволяет:

развить ключевые компетенции обучающихся средствами образовательной программы;

уделить внимание индивидуальным интересам обучающегося;

сформировать навыки выполнения и оформления практических исследовательских и проектных работ;

осуществить педагогическую поддержку обучающегося в достижении поставленных им целей.

При реализации содержания данной Программы используется лабораторное оборудование школьных кабинетов биологии, физики, химии и информатики.

Цель и задачи Программы

Цель Программы – сформировать начальные представления о НБИКС-природоподобных технологиях и их значении для современной науки.

Задачи Программы

Обучающие:

заложить основы учебно-исследовательской деятельности (освоение основного инструментария для проведения исследования, форм и методов его проведения и представления результатов);

сформировать навыки работы обучающихся с учебно-научной литературой;

освоить правила техники безопасности и сформировать специальные умения и навыки, необходимые при проведении практических работ.

Развивающие:

развить практические умения обучающихся самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания;

расширить кругозор и познавательную активность обучающихся;

развить творческие способности обучающихся в научно-технической сфере;

сформировать культуру работы с различными типами источников информации.

Воспитательные:

формировать научное мировоззрение;

воспитывать интерес к изучению НБИКС-технологий;

воспитывать бережное отношение к собственному здоровью и окружающему миру.

Категория обучающихся

Программа ориентирована на дополнительное образование обучающихся возрастной категории 12–14 лет. Формы и методы организации деятельности ориентированы на индивидуальные и возрастные особенности обучающихся. Прием на обучение по Программе осуществляется на добровольной основе в соответствии с интересами и склонностями детей на основании заявления родителей (законных представителей, опекунов).

Сроки реализации Программы

Программа рассчитана на 1 год обучения. Общее количество часов в год составляет 64 часа.

Формы организации образовательной деятельности и режим занятий

Программа реализуется через очное обучение. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 1 часу. Продолжительность учебных занятий установлена с учетом возрастных особенностей обучающихся, допустимой нагрузки в соответствии с санитарными нормами и правилами, утвержденными СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи». Программа включает в себя теоретические и практические занятия.

Планируемые результаты освоения Программы

По итогам реализации Программы обучающиеся будут знать:

- основные биоэнергетические процессы организма;
- значение нутриентов и витаминов для обмена веществ и энергии;
- закономерности функционирования и взаимосвязи органов нервной системы;
- значение сенсорных систем для функционирования организма;
- особенности постановки учебного биологического эксперимента;
- понятия о неорганических и органических веществах, их свойствах и способах получения;

понятие о процессе растворения веществ и способах приготовления растворов;
понятие о чистых веществах и смесях;
понятие о высокомолекулярных и низкомолекулярных веществах, используемых человеком в повседневной жизни;
понятия о кристаллических и аморфных веществах и их отличительных особенностях;
классификацию и сферы применения роботизированных систем;
основные принципы взаимодействия и управления механизмами и датчиками;
основные направления в природоподобной робототехнике;
основные этапы разработки и реализации роботизированных систем.

По итогам реализации Программы обучающиеся будут уметь:

- использовать методы биологической науки: наблюдать и описывать биологические объекты и процессы;
- использовать лабораторное оборудование при проведении практических работ;
- выполнять биологические эксперименты и объяснять их результаты;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе биологических знаний;
- формулировать цель и задачи исследования, выдвигать гипотезы;
- выполнять лабораторный эксперимент по изучению свойств и получению химических веществ;
- обращаться с нагревательными приборами и химической посудой общего назначения;
- определять базовую функциональность, конструкцию и используемые компоненты робота;
- собирать робота из базовых компонентов;
- тестировать и отлаживать работу робота.

Формы контроля и оценочные материалы

Формы контроля и оценочные материалы служат для определения результативности освоения Программы обучающимися. Итоговый контроль проводится 1 раз в конце учебного года.

Формы проведения аттестации:

входное анкетирование;

промежуточный контроль (опрос, тест);

конференция участников программы и защита проектов;

итоговое анкетирование.

УЧЕБНЫЙ (ТЕМАТИЧЕСКИЙ) ПЛАН

№ п/п	Тема	Количество часов	Вид занятия	Проектная деятельность ¹
Введение в курс		2		
1	Что такое НБИКС-природоподобные технологии. Инструктаж по технике безопасности. Входное анкетирование	1	лекция	Сентябрь.
		1	семинар	Что такое исследование? Этапы проведения исследования.
Биоэнергетика. Введение в биоэнергетику		21		Обзор тем.
2	Фотосинтез и биосфера.	2	лекция	Выбор темы и её защита на школьной конференции
		1	семинар	
3	Биомасса – концентрированная солнечная энергия	1	лекция	
		1	семинар	
4	Дыхание – важнейший биоэнергетический процесс	2	лекция	Октябрь.
		2	семинар	Обзор литературы
5	Молекулы – носители энергии	2	лекция	
		2	семинар	
6	Биоэлектричество	2	лекция	Ноябрь.
		1	семинар	
7	Биолюминесценция	1	лекция	
		1	семинар	
8	Нутриенты и витамины – регуляторы биоэнергетики	2	лекция	
		1	семинар	
Материалы		12		
9	Разнообразие материалов вокруг нас. Органические и неорганические материалы	2	лекция	Декабрь.
		2	семинар	Проведение эксперимента
10	Низкомолекулярные и высокомолекулярные материалы	2	лекция	Январь.
		2	семинар	
11	Аморфные и кристаллические материалы	2	лекция	Обработка результатов эксперимента
		2	семинар	
Мозг		18		
12	Нервная система. Органы чувств	1	лекция	Февраль.
		1	семинар	

¹ Кураторы научных проектов – сотрудники из числа профессорско-преподавательского состава вузов-партнеров и научных сотрудников НИЦ «Курчатовский институт» и организаций Центра

№ п/п	Тема	Количество часов	Вид занятия	Проектная деятельность ¹
13	Структура и функции человеческого мозга	1	лекция	Оформление проектной работы и полученных результатов
		1	семинар	
14	Строение и функции нервных клеток	2	лекция	
		1	семинар	
15	Строение сенсорных систем	2	лекция	Март.
		1	семинар	
16	Контроль движения	1	лекция	Получение 3 рецензий от профессорско-преподавательского состава вузов-партнеров
		1	семинар	
17	Обучение и память	1	лекция	
		1	семинар	
18	«Заглянуть» в мозг через взгляд	1	лекция	Апрель.
		1	семинар	
19	Электрическая активность мозга	1	лекция	Школьная проектная конференция
		1	семинар	
Природоподобная робототехника		8		
20	Введение в робототехнику. История автоматизации, робототехники и искусственного интеллекта. От теории разумных машин к робототехнике	1	лекция	
		2	семинар	
21	Определения и понятия. Современное состояние робототехники. Типы роботов, сферы применения	1	лекция	Май.
		2	семинар	
22	Актуальные проблемы робототехники. Ограничения в области материалов, энергоэффективности, сенсорики, актуаторов и принципов управления	1	лекция	Межрегиональная Курчатовская конференция проектов ²
		1	семинар	
Подведение итогов обучения		3		
23	Итоговое анкетирование: оправдание ожиданий обучающихся	3	семинар	
ИТОГО		64		

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО (ТЕМАТИЧЕСКОГО) ПЛАНА

² Результаты учитываются в индивидуальных достижениях абитуриента при поступлении в вузы-партнеры

Что такое НБИКС-природоподобные технологии.

Инструктаж по технике безопасности. Входное анкетирование

Лекция. Инструктаж по технике безопасности. Входное анкетирование: ожидания обучающихся. Задачи и план работы. Что такое НБИКС-природоподобные технологии? НБИКС-природоподобные технологии, ориентированные на междисциплинарные исследования и разработки.

Семинар. Исследования в области нано-, биоинформационных, когнитивных, социогуманитарных наук и технологий с использованием рентгеновского, синхротронного и нейтронного излучений.

Биоэнергетика. Введение в биоэнергетику

Фотосинтез и биосфера

Лекция. Современные представления о фотосинтезе как физиологической функции, составляющей основу биоэнергетики. Роль фотосинтеза в формировании и эволюции биосферы. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере в прошлом и настоящем.

Семинар. Фотосинтез при различных внешних условиях – разной освещенности или количестве углекислого газа.

Биомасса - концентрированная солнечная энергия

Лекция. Пигментные системы листа как первичные фоторецепторы. Способность молекул хлорофилла поглощать, запасать и преобразовывать энергию квантов света в энергию химических связей органических молекул.

Семинар. Роль фотосинтеза в накоплении биомассы. Фотосинтез и урожай.

Дыхание - важнейший биоэнергетический процесс

Лекция. Общая характеристика дыхания. Аэробные и анаэробные организмы. Основы клеточного дыхания. Сравнительная характеристика процессов горения и дыхания.

Семинар. Поглощение кислорода при дыхании корней (опыт с лучинкой).

Молекулы – носители энергии

Лекция. Понятие о макроэргической связи. Макроэргические соединения клетки. Глюкоза как аккумулятор солнечной энергии. Превращение органических веществ в организме. Энергетическая эффективность обмена белков, жиров и углеводов.

Семинар. Взаимосвязь процессов фотосинтеза и дыхания.

Биоэлектричество

Лекция. Естественные электрические процессы в живых организмах – основа физиологических и поведенческих реакций. История изучения биоэлектрических явлений. Биоэлектричество как научное направление.

Семинар. Определение биоэлектрического тканевого потенциала методом внеклеточного отведения.

Биолюминесценция

Лекция. Видимое свечение организмов, связанное с процессами их жизнедеятельности. Механизм биолюминесценции и ее биологическая роль.

Семинар. Практическое использование биолюминесценции.

Нутриенты и витамины – регуляторы биоэнергетики

Лекция. Витамины – составная часть ферментов. Нутриенты – биологически активные элементы пищи, обуславливающие жизнеобеспечение организма. Микро- и макронутриенты. Нутрициология.

Семинар. Витамины и нутриенты – значение для обмена веществ и энергии. Обнаружение витаминов.

Материалы

Разнообразие материалов вокруг нас. Органические и неорганические материалы

Лекция. Химические вещества в повседневной жизни человека. Вещества неорганические и органические. Химические и физические свойства веществ. Чистые вещества и смеси. Основные приемы взаимодействия с твердыми, жидкими и газообразными веществами. Лабораторные способы получения неорганических веществ. Процесс растворения веществ. Растворы и их приготовление.

Семинар. Приемы обращения с нагревательными приборами и химической посудой общего назначения. Получение углекислого газа, кислорода в лабораторных условиях. Получение меди из сульфата меди, серебра из нитрата серебра. Плавление парафина.

Низкомолекулярные и высокомолекулярные материалы

Лекция. Понятие о низкомолекулярных материалах. Сахар и его свойства. Применение сахара. Понятие о высокомолекулярных материалах. Крахмал. Целлюлоза. Бумага. Виды бумаги и практическое использование. Технология производства бумаги из целлюлозы однолетних растений (солома), макулатуры, тряпичной полумассы.

Семинар. Горение сахара. Качественная реакция на крахмал. Проверка продуктов питания на содержание в них крахмала (хлеб, картофель, йогурт, мед). Структура бумаги под микроскопом во флуоресцентном свечении. Исследование различных сортов бумаги на прочность.

Аморфные и кристаллические материалы

Лекция. Агрегатные состояния веществ. Кристаллические и аморфные вещества, их свойства. Понятие о кристаллах. Поваренная соль. Отличие аморфных веществ от кристаллических. Полиэтилен. Шоколад.

Семинар. Выращивание кристаллов солей в пробирке (сульфат меди, хлорид натрия, нитрат калия). Плавление шоколада.

Мозг

Нервная система. Органы чувств

Лекция. Нервная система - важнейшая регуляторная система организма человека, а также регулятор закономерностей функционирования всех систем организма. Морфологическая и функциональная классификация отделов нервной системы. Значение органов чувств в связи организма с внешней средой. Анатомия и физиология нервной системы и органов чувств как научная отрасль.

Семинар. Изучение ориентировочного рефлекса. Получение коленного рефлекса.

Структура и функции человеческого мозга

Лекция. Центральная нервная система человека: головной и спинной мозг.

Семинар. Роль спинного и головного мозга для достижения согласованности работы всех систем органов.

Строение и функции нервных клеток

Лекция. Нейрон – структурно-функциональная единица нервной ткани. Нейроглия. Классификация нейронов. Синапс.

Семинар. Изучение строения нервных клеток на фиксированных препаратах.

Строение сенсорных систем

Лекция. Сенсорные системы – функциональные системы, осуществляющие высшие формы анализа информации.

Семинар. Строение и функции анализаторов.

Контроль движения

Лекция. Структуры мозга, участвующие в организации и контроле движений. Мозжечок. Моторные области коры и двигательные зоны.

Семинар. Изучение функций мозжечка на примере пальценосовой пробы. Изучение функций мозжечка на примере устранения лишних движений, возникающих в силу инерции.

Обучение и память

Лекция. Высшая нервная деятельность человека. Виды мышления и мыслительные операции. Связь сознания и мышления с функциями коры. Память: виды, свойства, законы.

Семинар. Память и ее роль в обучении.

«Заглянуть» в мозг через взгляд

Лекция. Особенности передачи зрительной информации. Зрительная зона коры головного мозга. Роль колбочек и палочек в восприятии цвета.

Семинар. Выявление функций периферического зрения. Выявление функций хрусталика.

Электрическая активность мозга

Лекция. Функциональная активность мозга. Типы биоэлектрической активности мозга. Методы исследования электрической активности мозга.

Семинар. Электроэнцефалография – значение и применение.

Природоподобная робототехника

Введение в робототехнику. История автоматике, робототехники и искусственного интеллекта. От теории разумных машин к робототехнике

Лекция. Что такое «робототехника». Автоматика и автоматизация технологического процесса. Краткая история автоматике. Природоподобные технологии. Искусственный интеллект: история, подходы к созданию, методы представления знаний. Общие понятия об интеллектуальных системах. Искусственные нейронные сети.

Семинар. Элементы автоматизированной системы управления приводом.

Определения и понятия. Современное состояние робототехники. Типы роботов, сферы применения

Лекция. Основные понятия и определения робототехники. Робототехника сегодня и завтра. Типы роботов. Классификация роботов по назначению (промышленные, поисковые, военные, бытовые, исследовательские). Классификация роботов по внешнему виду и конструкции механики. Классификация роботов по особенностям систем управления. Интеллектуальная робототехника. Биороботы. Природоподобная робототехника. Мягкие роботы. Системы групповой робототехники.

Семинар. Создание собственного робота. Постановка задачи. Анализ существующих решений. Определение функциональности, конструкции и используемых компонентов. Проектирование блока связи и блока управления. Реализация связи. Программирование базового взаимодействия робота и пользователя.

Актуальные проблемы робототехники. Ограничения в области материалов, энергоэффективности, сенсорики, актуаторов и принципов управления

Лекция. Актуальные проблемы робототехники. Философские вопросы робототехники. Природоподобные энергетические системы. Ограничения в области материалов, энергоэффективности, сенсорики, актуаторов и принципов управления. Жизненный цикл роботизированных систем. Практика внедрения и применения в промышленности и бизнесе.

Семинар. Реализация управления. Программирование логики управления и взаимодействия контроллера с устройствами. Сборка робота. Тестирование функциональности. Отладка.

Подведение итогов обучения

Итоговое анкетирование: оправдание ожиданий обучающихся

Примерные темы проектов:

«Влияние солнечного света на протекание фотосинтеза»

«Исследование прочности материалов, окружающих человека в повседневной жизни»

«Создание собственного робота»

«Координирующая роль центральной нервной системы».

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

компьютер, принтер;

демонстрационные материалы;

микроскоп демонстрационный для проецирования лабораторных и практических работ по биологии на экране или интерактивной доске;

видеокамера цифровая для работы с оптическими приборами;

справочная литература для занятий;

робототехнический комплект.

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Образовательный процесс организуется на основе следующих методов обучения:

дискуссионный;

частично-поисковый;

проектный;

исследовательский;

проблемный.

Реализуемые педагогические технологии: критического мышления, проблемного обучения, исследовательской и проектной деятельности.

Практическая часть Программы предусматривает учебные занятия в форме семинаров. Результаты, полученные в ходе семинаров, могут быть использованы обучающимися для выполнения исследовательских и проектных работ.

Общие принципы отбора материала Программы:

актуальность, научность, наглядность;

доступность для обучающихся 12–14 лет;

целостность, объективность, вариативность;

систематичность содержания;

практическая направленность;

реалистичность и реализуемость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биология. Современная иллюстрированная энциклопедия/
Гл. ред. А.П. Горкин. – М.: Росмэн-Пресс, 2006.

2. Богданова Т.Л., Солодова Е.А. Биология. Справочник для школьников и поступающих в вузы. Курс подготовки к ГИА, ЕГЭ и дополнительным испытаниям в вузы. – М.: АСТ-Пресс Книга, 2021.
3. Девяткин В.В. Химия для любознательных, или о чем не узнаешь на уроке. – Ярославль: Академия, Ко, Академия Холдинг, 2018.
4. Зверев И.Д. Человек: организм и здоровье: пособие для учащихся общеобразовательной школы, 8–9. – М.: Вентана-Графф, 2000.
5. Зильбернагель С., Деспопулос А. Наглядная физиология. – М.: Лаборатория знаний, 2021.
6. Ковальчук М.В. Нанотехнологии – фундамент новой наукоемкой экономики XXI века. – Вестник Института экономики РАН, 2008, № 1, с.143-158.
7. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Конвергенция наук и технологий – новый этап научно-технологического развития. – «Вопросы философии», 2013, № 3, с.3-11.
8. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Природоподобные технологии: новые возможности и новые вызовы. – Вестник Российской академии наук, 2019, Т. 89, № 5, с.455-465.
9. Маш Р.Д. Человек и его здоровье: сборник опытов и заданий. – М.: Мнемозина, 2005.
10. Пассарг Э. Наглядная генетика. – Москва: Лаборатория знаний, 2021.
11. Пичугина Г. В. Повторяем химию на примерах и повседневной жизни. (Сборник заданий для старшеклассников). – М.: АРКТИ, 2020.
12. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология. В 3-х томах. – М.: Лаборатория знаний, 2019.
13. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. — СПб.: Наука, 2011.
14. Филиппов С.А. Уроки робототехники. Конструкция. Движение. Управление [Электронный ресурс]. — М.: Лаборатория знаний, 2017

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Биоллюминесценция: возрождение: [Электронный ресурс] URL: <https://biomolecula.ru/articles/bioliuminestsentsiia-vozrozhdenie> (дата обращения 20.03.2023).
2. Возрастная физиология и психология: URL: https://studme.org/299071/meditsina/struktury_mozga_uchastvuyuschie_organizatsii_dvizheniy (дата обращения 20.03.2023).
3. Национальный банк-депозитарий живых систем. Гербарий Московского Государственного Университета (<https://plant.depo.msu.ru>) (дата обращения 15.03.2023).
4. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Для страны и мира. Природоподобные технологии (<http://nrcki.ru/catalog/nauka/fundamentalnye-i-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tekhnologii/>) (Дата обращения 21.03.2023).
5. Нормальная физиология: [Электронный ресурс] URL: http://vmede.org/sait/?page=16&id=Fiziologija_orlov_2010&menu=Fiziologija_orlov_2010 (дата обращения 21.03.2023).
6. Практикум по физиологии и биохимии растений: [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/1702152/> (дата обращения 21.03.2023)