

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Министерство образования Самарской области**

**Департамент образования администрации городского округа Самара**

**МБОУ Школа № 81 г.о.Самара**

**РАССМОТРЕНО**

руководитель МО

**СОГЛАСОВАНО**

зам. директора по УВР

**УТВЕРЖДЕНО**

директор

---

Федорова Н.Е.  
Протокол №1  
от «27» 08 2025 г.

---

Белова Е.А.  
Протокол №1  
от «27» 08 2025 г.

---

Чуракова О.В.  
Приказ № 301 – од  
от «27» 08 2025 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 учащихся: 12-14 лет

Срок реализации: 2 года

Разработчик программы:  
Федорова Надежда Евгеньевна,  
учитель химии и биологии

**г. Самара 2025**

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС- природоподобных технологий» имеет естественно-научную направленность, ориентирована на развитие научно-технического творчества учащихся, их интеллектуальных и творческих способностей, научно-исследовательских интересов в области естественных и технических наук. Реализация Программы обеспечивает поддержку школьников в стремлении принимать участие в решении современных научно- практических задач, формирующих их готовность принимать технологические вызовы XXI века.

### **Актуальность программы**

Современные технологии охватили социальные, экономические, культурные процессы и глубоко проникли во все сферы жизни человека. В настоящее время формируется новое ключевое направление развития технических наук, учитывающее их социальные и естественно-научные аспекты, – НБИКС-конвергенция. Оно лежит в основе создания НБИКС-природоподобных технологий, внедрение которых позволит гармонизировать отношения человеческого общества и природы.

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

**Новизна** программы заключается в том, что программа имеет практико-ориентированный подход, позволяющий в дальнейшем использовать полученные в результате освоения программы навыки в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

### **Педагогическая целесообразность.**

Реализация Программы поможет актуализировать и усовершенствовать знания в области НБИКС-природоподобных технологий. Она направлена на развитие у обучающихся творческих способностей и интереса к научной и технической деятельности, создание условий для интеллектуального развития и поддержки талантов, содействие в профессиональной ориентации и осознанном выборе образовательных траекторий у обучающихся.

### **Отличительные особенности программы**

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

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

Важным компонентом освоения Программы является подготовка самостоятельного научно-технического проекта исследовательской или прикладной направленности с последующим представлением его на научно-практической конференции школьников.

В основу данной программы положены следующие **нормативные документы**, регламентирующие деятельность ОУ в сфере дополнительного образования:

- Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 "Об утверждении санитарных правил СП 2.4. 3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09 ноября 2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015г. № 996-р);
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (направленных Письмом Минобрнауки России от 18.11.2015 № 09-3242);
- Методические рекомендации по разработке дополнительных общеобразовательных программ» Приложение к письму министерства образования и науки Самарской области от 03.09.2015 № МО -16- 09-01/826-ТУ
- Приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;
- Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 N 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Приказ Минпросвещения России от 03.09.2019 г. «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»

- Указ Президента РФ от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

**Группа/ категория учащихся:** программа предназначена для учащихся в возрасте 12-14 лет. Обучающиеся указанного возраста пытаются выстраивать образовательную стратегию в жизни, данная программа позволяет развивать творческие способности и интерес к научной и технической деятельности, содействует в профессиональной ориентации и осознанном выборе образовательных траекторий у обучающихся.

**Форма обучения по программе:**

Основная методическая установка - обучение навыкам самостоятельной индивидуальной и групповой работы. Формы и методы организации деятельности ориентированы на индивидуальные и возрастные особенности обучающихся. Наряду с индивидуальной, организуется и групповая работа. Для вхождения в образовательный процесс в рамках данной программы необходим базовый уровень знаний по математике, биологии, физике.

В задачи преподавателя входит создание условий для реализации ведущей групповой деятельности - авторского действия, выраженного в проектных формах работы. Отбор методов обучения обусловлен необходимостью формирования информационной и коммуникативной компетентностей обучающихся.

**Режим занятий:** Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут, 2 часа в неделю.

**Срок реализации программы:** Курс обучения по программе рассчитан 2 года обучения (64 +64 часа).

**Цель программы** – формирование представлений о НБИКС-природоподобных технологиях и их значении для современной науки и развитие навыков научно- исследовательской работы и научно-технического творчества.

**Задачи программы:**

**Обучающие:**

- Сформировать навыки научно-технического творчества: решение исследовательских и творческих задач и создания технических проектов;
- заложить основы учебно-исследовательской деятельности;
- 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 способности обучающихся в области научно-технического творчества;
  - 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.
- воспитать у обучающихся устойчивое безопасное поведение при проведении химических экспериментов;
- научить применять полученные знания в будущей профессиональной деятельности и повседневной жизни для решения проблем.

### **Планируемые образовательные результаты:**

#### **Личностными результатами являются:**

- сформированность целостного мировоззрения;
- готовность и способность обучающихся к саморазвитию и самообразованию на основе мотивации к обучению и познанию;

#### **Метапредметные результаты:**

- умения идентифицировать препятствия, возникающие при достижении собственных запланированных образовательных результатов;
- умения выдвигать версии преодоления препятствий, формулировать гипотезы, в отдельных случаях — прогнозировать конечный результат, описывать свой опыт, оформляя его для передачи другим людям в виде алгоритма решения практических задач; свободно пользоваться выработанными критериями оценки и самооценки, исходя из цели и имеющихся средств
- умения планировать и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию, критически относиться к собственному мнению, уметь признавать ошибочность своего мнения (если оно ошибочно) и корректировать его;
- умения предлагать альтернативное решение в конфликтной ситуации корректно и аргументированно отстаивать свою точку зрения, в дискуссии, использовать средства логической связи для выделения смысловых блоков своего выступления; оценивать эффективность коммуникации после ее завершения;
- умения соблюдать информационную гигиену и правила информационной безопасности, формировать множественную выборку из различных источников информации для объективизации результатов поиска.

### **Предметные результаты:**

- выделять причинно-следственные связи наблюдаемых явлений или событий, выявлять причины возникновения наблюдаемых явлений или событий;
- самостоятельно указывать на информацию, нуждающуюся в проверке, предложения и применения способов проверки достоверности информации;
- прогнозировать изменения ситуации при смене действия одного фактора на другой фактор;

Процесс освоения программы направлен на формирование предметных компетенций в области естественных наук (биологии, физики и химии), а также компетенций учащихся в области:

- использования информационно-коммуникационных технологий, учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- владения информационно-коммуникационными технологиями, поиском, построением и передачей информации, презентацией выполненных работ.

По итогам реализации программы в соответствии с указанными компетенциями, обучающиеся должны усвоить следующие универсальные учебные действия:

- знание об основных биоэнергетических процессах организма;
- понимание значения нутриентов и витаминов для обмена веществ и энергии; понимание закономерностей функционирования и взаимосвязи органов нервной системы;
- понимание значения сенсорных систем для функционирования организма; знание особенностей постановки учебного биологического эксперимента;
- понятие 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;
- умение использовать лабораторное оборудование при проведении практических работ;
- умение формулировать цель и задачи исследования, выдвигать гипотезы;
- умение выполнять лабораторный эксперимент по изучению свойств и получению химических веществ;
- умение обращаться с нагревательными приборами и химической посудой общего назначения;

**Формы организации деятельности обучающихся:** индивидуальная, групповая.

**Используемые образовательные технологии:** ИКТ, обучение в сотрудничестве, здоровьесберегающие технологии.

## Методы обучения.

**К методам организации учебно-познавательной деятельности относятся:**

- наглядные, практические;
- репродуктивные, проблемно-поисковые;
- методы самостоятельной работы и работы под руководством.

**Средства обучения:** компьютер с выходом в сеть Интернет, мультимедийный проектор, видеоматериалы, оборудование для проведения химических экспериментов, микроскоп, микропрепараты, открытые ресурсы НИЦ «Курчатовский институт», Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства высшего образования и науки и Российской Федерации.

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

| №                             | Наименование<br>раздела, темы                                                                                         | Количество часов |        |               | Формы аттестации,<br>контроля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                                                                                       | Всего            | Теория | Практи-<br>ка |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7 класс (первый год обучения) |                                                                                                                       |                  |        |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                             | Введение в курс<br>Что такое НБИКС<br>природоподобные<br>технологии.<br>Инструктаж по ТБ.<br>Входное<br>анкетирование | 2                | 1      | 1             | Оценочные<br>материалы для<br>текущего контроля и<br>промежуточной<br>аттестации приведены<br>в учебном пособии<br>«Междисциплинарные<br>НБИКС-<br>природоподобные<br>технологии: Развитие<br>научно-технического<br>творчества<br>обучающихся в сфере<br>общего образования в<br>области НБИКС-<br>природоподобных<br>технологий. Основной<br>уровень. Первый год<br>обучения» после<br>каждого параграфа |
| 2                             | Биоэнергетика.<br>Введение в<br>биоэнергетику                                                                         | 21               | 12     | 9             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3                             | Материалы                                                                                                             | 12               | 6      | 6             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4                             | Мозг                                                                                                                  | 18               | 8      | 10            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5                             | Природоподобная<br>робототехника                                                                                      | 8                | 3      | 5             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 6                             | Подведение итогов 1<br>года обучения                                                                                  | 3                | 0      | 3             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 8 класс (второй год обучения) |                                                                                                                       |                  |        |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|               |                                                                                         |            |           |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7             | Вводное занятие.<br>Что такое НБИКС<br>конвергенция и<br>природоподобные<br>технологии? | 1          | 1         | 0         | Оценочные материалы<br>для текущего контроля и<br>промежуточной<br>аттестации приведены в<br>учебном пособии<br>«Междисциплинарные<br>НБИКС-<br>природоподобные<br>технологии: Развитие<br>научно-технического<br>творчества обучающихся<br>в сфере общего<br>образования в области<br>НБИКС-<br>природоподобных<br>технологий. Основной<br>уровень. Второй год<br>обучения» после<br>каждого параграфа |
| 8             | Биоэнергетика                                                                           | 15         | 8         | 7         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 9             | Материалы                                                                               | 18         | 8         | 10        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10            | Мозг                                                                                    | 20         | 10        | 10        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11            | Природоподобная<br>робототехника                                                        | 8          | 3         | 5         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 12            | Подведение итогов<br>обучения                                                           | 2          | 0         | 2         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>ИТОГО:</b> |                                                                                         | <b>128</b> | <b>60</b> | <b>68</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### СОДЕРЖАНИЕ ИЗУЧАЕМОГО КУРСА 7 класс. (первый год обучения)

| №   | Название темы                                                                                                         | Краткое описание темы  |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1,2 | Введение в курс<br>Что такое НБИКС<br>природоподобные<br>технологии.<br>Инструктаж по ТБ.<br>Входное<br>анкетирование | Теоретическая<br>часть | Что такое НБИКС-<br>природоподобные технологии?<br>НБИКС-природоподобные<br>технологии, ориентированные<br>на междисциплинарные<br>исследования и разработки.<br>Исследования в области нано-,<br>биоинформационных,<br>когнитивных,<br>социогуманитарных наук и<br>технологий |
|     |                                                                                                                       | Практическая<br>часть  | Инструктаж по технике<br>безопасности. Входное<br>анкетирование: ожидания<br>обучающихся. Задачи и план<br>работы.                                                                                                                                                             |

| «Биоэнергетика.» (21 час) |                                                          |  |                     |                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|----------------------------------------------------------|--|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3-5                       | Фотосинтез и биосфера – 3 часа.                          |  | Теоретическая часть | 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   |
|                           |                                                          |  | Практическая часть  | Фотосинтез при различных внешних условиях – разной освещенности или количестве углекислого газа.                                                                                                                                        |
| 6, 7                      | Биомасса - концентрированная солнечная энергия – 2 часа. |  | Теоретическая часть | Пигментные системы листа как первичные фоторецепторы. Способность молекул хлорофилла поглощать, запасать и преобразовывать света в энергию химических связей органических молекул. Понятие биотоплива. Виды биотоплива. Фотобиореактор. |
|                           |                                                          |  | Практическая часть  | Роль фотосинтеза в накоплении биомассы. Фотосинтез и урожай. Использование биотоплива                                                                                                                                                   |
| 8 – 11                    | Дыхание - важнейший биоэнергетический процесс – 4 часа.  |  | Теоретическая часть | Общая характеристика дыхания. Аэробные и анаэробные организмы. Основы клеточного дыхания. Сравнительная характеристика процессов горения и дыхания.                                                                                     |
|                           |                                                          |  | Практическая часть  | Оценка эффективности разных видов дыхания. Поглощение кислорода при дыхании корней (опыт с лучинкой).                                                                                                                                   |
|                           | Молекулы – носители энергии – 4 часа                     |  | Теоретическая часть | Понятие о макроэнергетической связи. Макроэнергетические                                                                                                                                                                                |

|               |                                                           |                     |                                                                                                                                                                                                     |
|---------------|-----------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12<br>-<br>15 |                                                           |                     | соединения клетки.<br>Глюкоза как аккумулятор солнечной энергии.<br>Превращение органических веществ в организме.<br>Энергетическая эффективность обмена белков, жиров и углеводов.                 |
|               |                                                           | Практическая часть  | Взаимосвязь процессов фотосинтеза и дыхания.                                                                                                                                                        |
| 16<br>-<br>18 | Биоэлектричество – 3 часа.                                | Теоретическая часть | Естественные электрические процессы в живых организмах – основа физиологических и поведенческих реакций.<br>История изучения биоэлектрических явлений.<br>Биоэлектричество как научное направление. |
|               |                                                           | Практическая часть  | Определение биоэлектрического тканевого потенциала методом внеклеточного отведения.                                                                                                                 |
| 19,<br>20     | Биолюминесценция – 2 часа.                                | Теоретическая часть | Видимое свечение организмов, связанное с процессами их жизнедеятельности. Механизм биолюминесценции и ее биологическая роль.                                                                        |
|               |                                                           | Практическая часть  | Практическое использование биолюминесценции. Получение люминофоров                                                                                                                                  |
| 21<br>-<br>23 | Нутриенты и витамины – регуляторы биоэнергетики – 3 часа. | Теоретическая часть | Витамины – составная часть ферментов. Нутриенты – биологически активные элементы пищи, обуславливающие жизнеобеспечение организма.<br>Микро- и макронутриенты. Нутрициология.                       |
|               |                                                           | Практическая часть  | Витамины и нутриенты – значение для обмена веществ и энергии. Обнаружение витаминов.                                                                                                                |
|               | Материалы (12 часов)                                      |                     |                                                                                                                                                                                                     |

|         |                                                                                       |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24-27   | Разнообразие материалов вокруг нас. Органические и неорганические материалы – 4 часа. | Теоретическая часть | 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. |
|         |                                                                                       | Практическая часть  | Приемы обращения с нагревательными приборами и химической посудой общего назначения. Плавление парафина.<br>Получение углекислого газа, кислорода в лабораторных условиях.<br>Получение меди из сульфата меди, серебра из нитрата серебра.                                                                                                                    |
| 28 - 31 | Низкомолекулярные и высокомолекулярные материалы – 4 часа.                            | Теоретическая часть | Понятие о низкомолекулярных материалах. Сахар и его свойства. Применение сахара.<br>Понятие о высокомолекулярных материалах. Крахмал. Целлюлоза.<br>Бумага. Виды бумаги и практическое использование. Технология производства бумаги из целлюлозы однолетних растений (солома), макулатуры, тряпичной полумассы.                                              |

|                   |                                                   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|---------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                                                   | Практическая часть  | Горение сахара. Качественная реакция на крахмал. Проверка продуктов питания на содержание в них крахмала (хлеб, картофель, йогурт, мед). Исследование различных сортов бумаги на прочность.                                                                                                                                                                       |
| 32-35             | Аморфные и кристаллические материалы – 4 часа.    | Теоретическая часть | Агрегатные состояния веществ. Кристаллические и аморфные вещества, их свойства.<br>Понятие о кристаллах. Поваренная соль. Отличие аморфных веществ от кристаллических. Полиэтилен. Шоколад.                                                                                                                                                                       |
|                   |                                                   | Практическая часть  | Выращивание кристаллов солей в пробирке (сульфат меди, хлорид натрия, нитрат калия).<br>Плавление шоколада.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| «Мозг» (18 часов) |                                                   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 36, 37            | Нервная система. Органы чувств – 2 часа.          | Теоретическая часть | Нервная система – важнейшая регуляторная система организма человека, а также регулятор закономерностей функционирования всех систем организма. Морфологическая и функциональная классификация отделов нервной системы.<br>Значение органов чувств в связи организма с внешней средой. Анатомия и физиология нервной системы и органов чувств как научная отрасль. |
|                   |                                                   | Практическая часть  | Органы чувств, зачем мы их используем. Изучение ориентировочного рефлекса.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 38, 39            | Структура и функции человеческого мозга – 2 часа. | Теоретическая часть | Центральная нервная система человека: головной и спинной мозг.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|         |                                             |                     |                                                                                                                                                                                         |
|---------|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                             | Практическая часть  | Роль спинного и головного мозга для достижения согласованности работы всех систем органов.                                                                                              |
| 40 - 42 | Строение и функции нервных клеток – 3 часа. | Теоретическая часть | Нейрон – структурно-функциональная единица нервной ткани.<br>Классификация нейронов.<br>Синапс.                                                                                         |
|         |                                             |                     |                                                                                                                                                                                         |
|         |                                             | Практическая часть  | Нейронная сеть, как база для формирования систем искусственного интеллекта.                                                                                                             |
| 43-45   | Строение сенсорных систем – 3 часа.         | Теоретическая часть | Сенсорные системы – функциональные системы, осуществляющие высшие формы анализа информации.                                                                                             |
|         |                                             | Практическая часть  | Строение и функции анализаторов.                                                                                                                                                        |
| 46, 47  | Контроль движения – 2 часа.                 | Теоретическая часть | Структуры мозга, участвующие в организации и контроле движений. Мозжечок. Моторные области коры и двигательные зоны.                                                                    |
|         |                                             | Практическая часть  | Рефлекторная дуга. Произвольные и непроизвольные движения. Изучение функций мозжечка на примере пальценосовой пробы, на примере устранения лишних движений, возникающих в силу инерции. |
| 48, 49  | Обучение и память - 2 часа                  | Теоретическая часть | Высшая нервная деятельность человека. Виды мышления и мыслительные операции. Связь сознания и мышления с функциями коры. Память: виды, свойства, законы.                                |
|         |                                             | Практическая часть  | Память и ее роль в обучении. Лабораторная работа. «Выявление объема кратковременной памяти».                                                                                            |

|                                                  |                                                                                                                                                                  |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 50,<br>51                                        | «Заглянуть» в мозг через<br>взгляд – 2 часа                                                                                                                      | Теоретическая<br>часть | Особенности передачи<br>зрительной информации.<br>Зрительная зона коры<br>головного мозга. Роль колбочек<br>и палочек в восприятии цвета.                                                                                                                                                                                             |
|                                                  |                                                                                                                                                                  | Практическая<br>часть  | Работа с источниками.<br>Выявление функций<br>периферического зрения.<br>Выявление функций<br>хрусталика.                                                                                                                                                                                                                             |
| 52,<br>53                                        | Электрическая<br>активность мозга – 2 часа                                                                                                                       | Теоретическая<br>часть | Функциональная активность<br>мозга. Типы биоэлектрической<br>активности мозга. Методы                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                  |                                                                                                                                                                  |                        | исследования электрической<br>активности мозга.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                  |                                                                                                                                                                  | Практическая<br>часть  | Работа с источниками.<br>Электроэнцефалография –<br>значение и применение                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>«Природоподобная робототехника» (8 часов)</b> |                                                                                                                                                                  |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 54-<br>56                                        | Введение в<br>робототехнику. История<br>автоматики,<br>робототехники и<br>искусственного<br>интеллекта. От теории<br>разумных машин к<br>робототехнике – 3 часа. | Теоретическая<br>часть | Что такое «робототехника».<br>Автоматика и автоматизация<br>технологического процесса.<br>Краткая история автоматики.<br>Природоподобные технологии.<br>Искусственный интеллект:<br>история, подходы к созданию,<br>методы представления знаний.<br>Общие понятия об<br>интеллектуальных системах.<br>Искусственные нейронные<br>сети |
|                                                  |                                                                                                                                                                  | Практическая<br>часть  | Элементы автоматизированной<br>системы управления приводом.                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|               |                                                                                                             |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 57<br>-<br>59 | <p>Определения и понятия. Современное состояние робототехники. Типы роботов, сферы применения – 3 часа.</p> | Теоретическая часть | <p>Основные понятия и определения робототехники. Робототехника сегодня и завтра. Типы роботов. Классификация роботов по назначению (промышленные, поисковые, военные, бытовые, исследовательские).</p> <p>Классификация роботов по внешнему виду и конструкции механики. Классификация роботов по особенностям систем управления.</p> <p>Интеллектуальная робототехника. Биороботы. Природоподобная робототехника. Мягкие роботы. Системы групповой робототехники.</p> |
|               |                                                                                                             | Практическая часть  | <p>Создание собственного робота. Постановка задачи. Анализ существующих решений. Определение функциональности,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|               |                                                                                                             |                     | <p>конструкции и используемых компонентов. Проектирование блока связи и блока управления. Реализация связи. Программирование базового взаимодействия робота и пользователя.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|        |                                                                                                                                                  |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 60, 61 | Актуальные проблемы робототехники. Ограничения в области материалов, энергоэффективности, сенсорики, актуаторов и принципов управления – 2 часа. | Теоретическая часть | 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. |
|        |                                                                                                                                                  | Практическая часть  | Реализация управления. Программирование логики управления и взаимодействия контроллера с устройствами. Сборка робота. Тестирование функциональности. Отладка.                                                                                                                                                          |
| 62-64  | Подведение итогов обучения – 3 часа.                                                                                                             | Теоретическая часть | нет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|        |                                                                                                                                                  | Практическая часть  | Итоговое анкетирование: оправдание ожиданий обучающихся.                                                                                                                                                                                                                                                               |

**8 класс. (второй год обучения)**

| №                           | Название темы                                                                                            | Краткое описание темы  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Введение в курс<br>Что такое НБИКС -<br>конвергенция<br>природоподобные<br>технологии. -1 час            | Теоретическая<br>часть | Что такое НБИКС-конвергенция и природоподобные технологии? Конвергенция наук и технологии – «от неживого к живому». Природоподобные системы и технологии использования энергии на базе НБИКС-технологий. Примеры природоподобных технологий. Социально-гуманитарная составляющая НБИКС-технологий. Инструктаж по технике безопасности. Входное анкетирование: ожидания обучающихся. Основные разделы курса – биоэнергетика, материалы, мозг, природоподобная робототехника. Сферы применения и практическая значимость соответствующих технологий. |
|                             |                                                                                                          | Практическая<br>часть  | Инструктаж по технике безопасности. Задачи и план работы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| «Биоэнергетика.» (15 часов) |                                                                                                          |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2-4                         | Биоэнергетические технологии. Изменение климата и деятельность человека. Фотосинтез и биосфера – 3 часа. | Теоретическая<br>часть | Биосфера и техносфера. Угрозы человечеству, связанные с расширением техносферы. Цели устойчивого развития, разработанные Генеральной Ассамблеей ООН. Антропогенный фактор, как основной фактор, воздействующий на биосферу. Невозобновляемые и возобновляемые источники энергии. Альтернативные источники энергии. Биоэнергетика.                                                                                                                                                                                                                  |

|       |                                        |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------|----------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                        | Практическая часть  | Глобальные изменения климата: причины и последствия. Парниковые газы. Источники парниковых газов. Как использование биоэнергетики может помочь снизить воздействие парникового эффекта на климат Земли?                                                                                                                                                                   |
| 5, 6  | <i>Энергия из биомассы – 2 часа.</i>   | Теоретическая часть | Биомасса. Сжигание биомассы. Горение. Особенности использования биомассы в качестве источника энергии. Энергоэффективные вещества. Классификация биотоплива по источникам сырья.                                                                                                                                                                                          |
|       |                                        | Практическая часть  | Виды сырья для биотоплива: энергетические культуры растений, фотоавтотрофные микроорганизмы, отходы деревообрабатывающего производства и сельскохозяйственных культур.                                                                                                                                                                                                    |
| 7 - 9 | <i>Энергия из биотоплива – 3 часа.</i> | Теоретическая часть | Биотопливо. Отличия биотоплива от ископаемого топлива. Недостатки использования биомассы в качестве биотоплива. Виды биотоплива: твердое, жидкое и газообразное. Биоэтанол: производство и применение. Недостатки применения биоэтанола в качестве источника энергии для двигателей внутреннего сгорания. Биодизель: преимущества и недостатки, особенности производства. |
|       |                                        | Практическая часть  | Виды биотоплива: твердое, жидкое и газообразное. Биогаз: состав, источник, способы образования, сфера применения.                                                                                                                                                                                                                                                         |

|           |                                                                                        |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                        |                     | Экологические преимущества использования биотоплива по сравнению с традиционным ископаемым топливом.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10,<br>11 | <b>Искусственный фотосинтез – 2 часа.</b>                                              | Теоретическая часть | Естественный и искусственный фотосинтез. История разработки искусственных фотосинтетических систем. Использование диоксида титана (TiO <sub>2</sub> ) в качестве основы для электрохимического фотолиза воды, основного процесса, лежащего в основе искусственных фотосинтетических систем. Искусственный лист. Принцип работы устройств, превращающих углекислый газ и воду в топливо под действием света. |
|           |                                                                                        | Практическая часть  | Фотосинтез растений – основа для создания энергоэффективных искусственных фотосистем и устройств на их основе. Эффективность искусственных аналогов фотосистем по сравнению с растительными.                                                                                                                                                                                                                |
| 12,<br>13 | <b>Биотопливные элементы: электричество за счет метаболизма живых систем – 2 часа.</b> | Теоретическая часть | Энергетика и биоэнергетика. Принципы работы топливных элементов. Водородный топливный элемент. Биотопливные элементы на основе цианобактерий. Условия, необходимые для работы.                                                                                                                                                                                                                              |
|           |                                                                                        | Практическая часть  | Биотопливные элементы, созданные в НИЦ «Курчатовский институт». Сферы применения биотопливных элементов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                      |                                                                      |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14<br>-<br>16                        | Замкнутые системы жизнеобеспечения для Арктики и Космоса – 3 часа.   | Теоретическая часть | Замкнутые системы жизнеобеспечения: принцип работы. Искусственные круговороты веществ. Процессы, используемые в замкнутых системах жизнеобеспечения: физико-химические (разделение смесей, концентрирование, фильтрование и др.) и биологические (биохимические превращения, очистка и фиксация молекул, продукция питательных веществ). Сферы применения замкнутых систем жизнеобеспечения. |
|                                      |                                                                      | Практическая часть  | Реализованные проекты по созданию замкнутых систем жизнеобеспечения: «MELiSSA», «БИОС», «Биосфера-2». Проблемы, связанные с созданием и функционированием замкнутых систем жизнеобеспечения.                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Модуль 2 Материалы (18 часов)</b> |                                                                      |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 17-<br>18                            | <i>История изучения кристаллов – 2 часа.</i>                         | Теоретическая часть | Кристаллы. Первые эксперименты по выращиванию кристаллов: работы Т.Е. Ловица, Н. Леблана, Э. Мичерлиха, Э. Фреми и других ученых. Симметрия кристаллов: работы Е.С. Федорова. Открытие кристаллической решетки.                                                                                                                                                                              |
|                                      |                                                                      | Практическая часть  | Вклад российских ученых в кристаллографию. Фундаментальные физические открытия, позволившие выяснить внутреннее строение кристаллов                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 19<br>-<br>22                        | <i>Что такое кристаллы. Строение, свойства, применение – 4 часа.</i> | Теоретическая часть | Агрегатные состояния вещества – твердое, жидкое, газообразное, плазма. Аморфные и кристаллические вещества. Кристаллическая решетка и кристаллическая структура. Виды кристаллической решетки. Химические вещества,                                                                                                                                                                          |

|               |                                      |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               |                                      |                     | способные образовывать кристаллическую решетку. Цветные кристаллы. Сферы применения кристаллов.                                                                                                                                                                                                             |
|               |                                      | Практическая часть  | Монокристаллы и поликристаллы. Наиболее распространенные монокристаллы: кварц (оксид кремния, $\text{SiO}_2$ ); монокристаллы сапфира (корунд, $\text{Al}_2\text{O}_3$ ); дигидрофосфат калия $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ). Выращивание монокристаллов поваренной соли $\text{NaCl}$ в лабораторных условиях. |
| 23<br>-<br>25 | <i>Жидкие кристаллы – 3 часа.</i>    | Теоретическая часть | Жидкие кристаллы: свойства и условия образования. Мезофазы жидких кристаллов. Анизотропия жидких кристаллов. Холестерики.                                                                                                                                                                                   |
|               |                                      | Практическая часть  | Применение жидких кристаллов в медицине и электронике.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 26<br>–<br>28 | <i>Оптика кристаллов – 3 часа.</i>   | Теоретическая часть | Кристаллооптика. Работы А.В. Шубникова. Изотропные и анизотропные кристаллы. Двойное лучепреломление.                                                                                                                                                                                                       |
|               |                                      | Практическая часть  | Оптические свойства изотропных и анизотропных кристаллов. Поляризация света. Одноосные и двуосные анизотропные кристаллы. Использование кристаллов для получения лазерного излучения.                                                                                                                       |
| 29<br>–<br>31 | <i>Кристаллы в природе – 3 часа.</i> | Теоретическая часть | Разнообразие кристаллических минералов. История изучения минералов. Состав минералов. Местонахождение минералов в природе. Силикаты – самые распространенные минералы на Земле. Кристаллохимия.                                                                                                             |

|                                   |                                                                                                   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                   |                                                                                                   | Практическая часть  | Разнообразие природных кристаллов (минералов): цеолиты, нефелин, кварц, оливин, хризоберилл и др. Свойства минералов. Порядок описания минералов                                                                                                                   |
| 32 - 34                           | <b>Кристаллы и аддитивные технологии. Кристаллы — где тут физика, химия и биология? – 3 часа.</b> | Теоретическая часть | <p>Форма кристаллической решетки. Элементарная ячейка кристаллической решетки.</p> <p>Использование анизотропных свойств кристаллов в медицине, при производстве жидкокристаллических мониторов, в аддитивных технологиях (3D-печати).</p>                         |
|                                   |                                                                                                   | Практическая часть  | <p>Рентгеноструктурный анализ (РСА): суть метода. Использование метода РСА для изучения структуры биологических макромолекул. Открытие структуры ДНК. Технология лазерного спекания, как пример аддитивной технологии. Сферы применения аддитивных технологий.</p> |
| <b>Модуль 3 «Мозг» (20 часов)</b> |                                                                                                   |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 35 - 37                           | <b>Мозг и функции. Врожденные и приобретенные формы поведения – 3 часа.</b>                       | Теоретическая часть | <p>Функциональная организация нервной системы. Нервные клетки (нейроны) и клетки глии. Условные и безусловные рефлексы. Работы И.П. Павлова. Методы изучения рефлексов. Выработка условных рефлексов.</p>                                                          |
|                                   |                                                                                                   | Практическая часть  | <p>Современные методы изучения связи между мозговой активностью животных и их поведением.</p> <p>Установки «Открытое поле», «Приподнятый крестообразный лабиринт». Условные и безусловные рефлексы у человека.</p>                                                 |
|                                   |                                                                                                   | Теоретическая часть | <p>Отделы головного мозга. Строение и работа нервной</p>                                                                                                                                                                                                           |

|               |                                                                               |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 38<br>–<br>40 | <b>Закономерности<br/>работы головного мозга<br/>– 3 часа.</b>                |                     | клетки. Процессы возбуждения и торможения в головном мозге. Условное и безусловное торможение.                                                                                                                                                                                                                                              |
|               |                                                                               | Практическая часть  | Работы И.М. Сеченова и А.А. Ухтомского.<br>Принцип доминанты.<br>Закон взаимной индукции.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 41,<br>42     | <b>Биологические ритмы. Сон и его значение – 2 часа.</b>                      | Теоретическая часть | Биологические ритмы. Циркадные ритмы, как одно из приспособлений к смене дня и ночи. Мелатонин – гормон, регулирующий циркадные биоритмы. Значение сна для организма. Фазы сна: медленный и быстрый сон.                                                                                                                                    |
|               |                                                                               | Практическая часть  | Значение сна для организма человека. Гигиена сна. Нарушения сна и их физиологические последствия. Негативные последствия хронического недостатка сна.                                                                                                                                                                                       |
| 43<br>–<br>45 | <b>Особенности<br/>высшей нервной<br/>деятельности человека<br/>– 3 часа.</b> | Теоретическая часть | Высшая нервная деятельность человека: основные особенности. Мышление. Этапы мышления. Кора больших полушарий: различия в функциях правого и левого полушарий.<br>Память: зоны мозга, отвечающие за формирование и хранение памяти. Гиппокамп. Виды памяти: сенсорная, кратковременная, долговременная, процедурная, эпизодическая, рабочая. |
|               |                                                                               | Практическая часть  | Факторы, влияющие на запоминание информации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|           |                                                                             |                     |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                             |                     | Рекомендации по улучшению и тренировке памяти.                                                                                                                                                                                                          |
| 46,<br>47 | <b>Факторы, способствующие снижению памяти. Работоспособность – 2 часа.</b> | Теоретическая часть | Работоспособность. Фазы работоспособности: мобилизация, вработывание, компенсация, утомление. Умственная работоспособность.                                                                                                                             |
|           |                                                                             | Практическая часть  | Факторы, влияющие на поддержание оптимального уровня работоспособности. Способы повышения работоспособности.                                                                                                                                            |
| 48,<br>49 | <b>Обучение и память - 2 часа</b>                                           | Теоретическая часть | Обучение и память. Этапы формирования памяти: запоминание, хранение, воспроизведение, забывание. Области головного мозга, отвечающие за формирование памяти. Нейропластичность мозга.                                                                   |
|           |                                                                             | Практическая часть  | Нарушения памяти. Виды амнезии. Причины нарушения памяти. Роль эмоций в формировании памяти. Приемы и методы развития памяти. Интерфейсы «мозг — компьютер».                                                                                            |
| 50,<br>51 | <b>Современные методы изучения взгляда – 2 часа.</b>                        | Теоретическая часть | Движения глаз: саккады. Эксперименты по изучению движения глаз. Айтрекеры. Характеристики айтрекеров: точность измерений, точность результатов измерений, частота снятия данных. Интерфейсы «мозг – компьютер». Этапы отслеживания направления взгляда. |
|           |                                                                             | Практическая часть  | Современные методы отслеживания взгляда: электроокулография, метод склеральных линз, видеоокулография. Сферы                                                                                                                                            |

|                                                  |                                                                                                           |                     |                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                                                                                                           |                     | Применения айтреккеров в исследовательских и практических целях.                                                                                                                                                               |
| 52 – 54                                          | <b><i>Косвенные способы детектирования активности мозга (по физиологической активности) – 3 часа.</i></b> | Теоретическая часть | Косвенные методы детектирования активности мозга. Магнито-резонансная томография, электроэнцефалография. Функциональная спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне. Позитронно-эмиссионная томография. Радиофармпрепараты. |
|                                                  |                                                                                                           | Практическая часть  | Применение косвенных методов детектирования активности мозга для решения диагностических и научно-исследовательских задач.                                                                                                     |
| <b>«Природоподобная робототехника» (8 часов)</b> |                                                                                                           |                     |                                                                                                                                                                                                                                |
| 55, 56                                           | <b><i>Природоподобные технологии и робототехника – 2 часа.</i></b>                                        | Теоретическая часть | Классическая и природоподобная робототехника. Антропоморфные роботы. Отличительные признаки природоподобных роботов. Примеры антропоморфных и природоподобных роботов.                                                         |
|                                                  |                                                                                                           | Практическая часть  | Примеры применения природоподобных и классических технологий в разных областях робототехники.                                                                                                                                  |
| 57, 58                                           | <b><i>Бионика и бионический подход в робототехнике – 2 часа.</i></b>                                      | Теоретическая часть | Бионика. Бионический подход к робототехнике. Человекоподобные манипуляторы. Использование искусственных нейронных сетей и систем искусственного интеллекта для реализации бионического подхода.                                |
|                                                  |                                                                                                           | Практическая часть  | Использование бионического подхода для технической реализации разных способов перемещения роботов. Типы роботов, для которых                                                                                                   |

|        |                                                                                            |                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                            |                     | необходимо использовать бионический подход. Роботы-рыбы. Биоэнергетика.                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 59, 60 | <b><i>Принципы стайного и индивидуального поведения – 2 часа.</i></b>                      | Теоретическая часть | Модельные объекты для создания исследовательских рыб-роботов. Подводные дроны. Особенности строения рыб, используемых при создании рыбоподобных роботов. Типы движения рыб, используемых при их создании: ундуляция и осцилляция. Моделирование группового (стайного) поведения рыб для решения практических задач робототехники. |
|        |                                                                                            | Практическая часть  | Причины относительно медленного развития подводных дронов: сложности, связанные с энергообеспечением. Создание биоэнергетических систем как основной путь решения этой проблемы.                                                                                                                                                  |
| 61, 62 | <b><i>Групповая робототехника. Биологические основы социальности роботов – 2 часа.</i></b> | Теоретическая часть | Групповая робототехника. Централизованная система управления. Децентрализованное управление. Биоподобные групповые робототехнические системы.                                                                                                                                                                                     |
|        |                                                                                            | Практическая часть  | Природные модельные объекты, использующиеся при создании биоподобных групповых робототехнических систем: муравьи и медоносные пчелы. Особенности их биологии и социальной организации. Почему именно они являются наиболее удачными?                                                                                              |
| 63, 64 | <b><i>Подведение итогов обучения – 2 часа</i></b>                                          | Практическая часть  | Итоговое анкетирование: оправдание ожиданий обучающихся.                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **Виды контроля:**

- текущий – отслеживание активности обучающихся при выполнении заданий каждой темы.
- итоговый – конференция участников программы и защита исследовательских проектов школьного этапа.

### **Способы определения результативности:**

Средства контроля – педагогическое наблюдение, практические задания, опросы. Конференции (защита проектов)

## **РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **Материально –техническое:**

- учебная аудитория для индивидуальных и групповых занятий;
- компьютер с выходом в Интернет, интерактивная доска, мультимедийный проектор;
- микроскоп демонстрационный для проецирования лабораторных и практических работ по биологии на экране или интерактивной доске;
- Оборудование для проведения химических экспериментов

### **Методическое:**

#### ***Литература.***

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. – М.: 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.

***Список авторских методических разработок.***

1. Учебное пособие «Междисциплинарные НБИКС-природоподобные технологии: Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий. Основной курс. Первый год обучения»
2. Методическое пособие для учителя «Междисциплинарные НБИКС-природоподобные технологии: Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий. Основной курс. Первый год обучения»

***Периодические издания:*** «Химия и жизнь», «Наука и жизнь», «Природа» и тематические научные и научно-популярные издания.

***Перечень ресурсов сети Интернет, необходимы для освоения дисциплины:***

1. Биолюминесценция: возрождение: [Электронный ресурс] URL: <https://biomolecula.ru/articles/bioliuminestsentsiia-vozrozhdenie>
2. Возрастная физиология и психология: URL: [https://studme.org/299071/meditsina/truktury\\_mozga\\_uchastvuyuschie\\_organizatsii\\_dvizheniy](https://studme.org/299071/meditsina/truktury_mozga_uchastvuyuschie_organizatsii_dvizheniy)
3. Национальный банк-депозитарий живых систем. Гербарий Московского Государственного Университета (<https://plant.depo.msu.ru>).
4. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Для страны и мира. Природоподобные технологии (<http://nrcki.ru/catalog/nauka/fundamentalnyei-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/>)
5. Нормальная физиология: [Электронный ресурс] URL: [http://vmede.org/sait/?page=16&id=Fiziologija\\_orlov\\_2010&menu=Fiziologija\\_orlov\\_2010](http://vmede.org/sait/?page=16&id=Fiziologija_orlov_2010&menu=Fiziologija_orlov_2010)
6. Практикум по физиологии и биохимии растений: [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/1702152>
7. Официальный сайт журнала «НБИКС-Наука.Технологии (Нано- Био- Инфо- Когно- Социо- Наука. Технологии)». – URL: <http://nbiks-nt.ru/>
8. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года: Материалы для Министерства образования и науки РФ. <http://biotech2030.ru/wp-content/uploads/2016/06/prezentatsiya-proekta-SNTR-12.05.2016.pdf>