

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МБОУ "Лицей №4"

РАССМОТРЕНА

[Укажите должность]

СОГЛАСОВАНА

[Укажите должность]

УТВЕРЖДЕНА

[Укажите должность]

[укажите ФИО]
[Приказ №1] от «[число]»
[месяц] [год] г.

[укажите ФИО]
[Приказ №1] от «[число]»
[месяц] [год] г.

[укажите ФИО]
[Приказ №1] от «[число]»
[месяц] [год] г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

(ID 9997335)

**«Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере
общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий»
для обучающихся 8 классов**

Псков 2026

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ",** Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий»

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

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

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

Технологии проникли во все сферы жизнедеятельности людей и охватили социальные, экономические и культурные процессы. В настоящее время в рамках развития технических наук, ориентированных на практические результаты своей деятельности, формируется новое ключевое направление – НБИКС-конвергенция, подразумевающая междисциплинарный подход. Это связано с тем, что запросы современного общества стимулируют развитие конвергентных технологий.

Реализация программы позволяет актуализировать и усовершенствовать знания обучающихся о НБИКС-природоподобных технологиях и сформировать у них представление об актуальных сферах их применения.

ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий»

Цель:

Развить представления о НБИКС-природоподобных технологиях, полученных во время первого года обучения, в том числе в сферах биоэнергетики, создания новых инновационных материалов, когнитивных дисциплин и природоподобной робототехники, реализовать полученные знания в форме проектно-исследовательской деятельности и развить навыки научно-технического творчества.

МЕСТО КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Программа ориентирована на обучающихся возрастной категории 12–14 лет. Формы и методы организации деятельности ориентированы на индивидуальные и возрастные особенности обучающихся.

ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий»

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

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «Развитие научно-технического творчества обучающихся в сфере общего образования в области НБИКС-природоподобных технологий»

8 КЛАСС

Введение в курс. Что такое НБИКС-конвергенция и природоподобные технологии?

Лекция. 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.

ГЛАВА 1. БИОЭНЕРГЕТИКА

Биоэнергетические технологии. Изменение климата и деятельность человека.

Фотосинтез и биосфера

Лекция. 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.

Семинар. Глобальные изменения климата: причины и последствия. Парниковые газы. Источники парниковых газов. Как использование биоэнергетики может помочь снизить воздействие парникового эффекта на климат Земли?

Энергия из биомассы

Лекция. Биомасса. Сжигание биомассы. Горение. Особенности использования биомассы в качестве источника энергии. Энергоэффективные вещества. Классификация биотоплива по источникам сырья.

Семинар. Виды сырья для биотоплива: энергетические культуры растений, фотоавтотрофные микроорганизмы, отходы деревообрабатывающего производства и сельскохозяйственных культур. Способы применения биомассы в качестве источника энергии.

Энергия из биотоплива

Лекция. 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.

Семинар. Виды биотоплива: твердое, жидкое и газообразное. Биогаз: состав, источник, способы образования, сфера применения. Экологические преимущества использования биотоплива по сравнению с традиционным ископаемым топливом.

Искусственный фотосинтез

Лекция. Естественный и искусственный фотосинтез. История разработки искусственных фотосинтетических систем. Использование диоксида титана (TiO_2) 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.

Семинар. Фотосинтез растений – основа для создания энергоэффективных искусственных фотосистем и устройств на их основе. Эффективность искусственных аналогов фотосистем по сравнению с растительными.

Биотопливные элементы: электричество за счет метаболизма живых систем.

Лекция. Энергетика и биоэнергетика. Принципы работы топливных элементов. Водородный топливный элемент. Биотопливные элементы на основе цианобактерий. Условия, необходимые для работы.

Семинар. Биотопливные элементы, созданные в НИЦ «Курчатовский институт».

Сферы применения биотопливных элементов.

Замкнутые системы жизнеобеспечения для Арктики и Космоса – 3 часа.

Лекция. 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.

Семинар. Реализованные проекты по созданию замкнутых систем жизнеобеспечения:

«БИОС», «MELiSSA», «Биосфера-2». Проблемы, связанные с реализацией и функционированием замкнутых систем жизнеобеспечения.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ

История изучения кристаллов

Лекция. 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.

Семинар. Вклад российских ученых в кристаллографию. Фундаментальные физические открытия, позволившие выяснить внутреннее строение кристаллов.

Что такое кристаллы. Строение, свойства, применение

Лекция. 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.

Семинар. Монокристаллы и поликристаллы. Наиболее распространенные монокристаллы: кварц (оксид кремния, SiO_2); монокристаллы сапфира (корунд, Al_2O_3); дигидрофосфат калия KH_2PO_4). Выращивание монокристаллов поваренной соли NaCl в лабораторных условиях.

Жидкие кристаллы

Лекция. Жидкие кристаллы: свойства и условия образования. Мезофазы жидких кристаллов. Анизотропия жидких кристаллов. Холестерики.

Семинар. Применение жидких кристаллов в медицине и электронике.

Оптика кристаллов

Лекция. Кристаллооптика. Работы А.В. Шубникова. Изотропные и анизотропные кристаллы. Двойное лучепреломление.

Семинар. Оптические свойства изотропных и анизотропных кристаллов. Поляризация света. Одноосные и двуосные анизотропные кристаллы. Использование кристаллов для получения лазерного излучения.

Кристаллы в природе

Лекция. Разнообразие кристаллических минералов. История изучения минералов. Состав минералов. Местонахождение минералов в природе. Силикаты – самые распространенные минералы на Земле. Кристаллохимия.

Семинар. Разнообразие природных кристаллов (минералов): цеолиты, нефелин, кварц, оливин, хризоберилл и др. Свойства минералов. Порядок описания минералов.

Кристаллы и аддитивные технологии. Кристаллы — где тут физика, химия и биология? – 3 часа.

Лекция. Форма кристаллической решетки. Элементарная ячейка кристаллической решетки. Использование анизотропных свойств кристаллов в медицине, при производстве жидкокристаллических мониторов, в аддитивных технологиях (3D-печати).

Семинар. 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.

ГЛАВА 3. МОЗГ

Мозг и функции. Врожденные и приобретенные формы поведения – 3 часа.

Лекция. Функциональная организация нервной системы. Нервные клетки (нейроны) и клетки глии. Условные и безусловные рефлексы. Работы И.П. Павлова. Методы изучения рефлексов. Выработка условных рефлексов.

Семинар. Современные методы изучения связи между мозговой активностью животных и их поведением. Установки «Открытое поле», «Приподнятый крестообразный лабиринт». Условные и безусловные рефлексы у человека.

Закономерности работы головного мозга .

Лекция. Отделы головного мозга. Строение и работа нервной клетки. Процессы возбуждения и торможения в головном мозге. Условное и безусловное торможение.

Семинар. Работы И.М. Сеченова и А.А. Ухтомского. Принцип доминанты. Закон взаимной индукции.

Биологические ритмы. Сон и его значение

Лекция. 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.

Семинар. Значение сна для организма человека. Гигиена сна. Нарушения сна и их физиологические последствия. Негативные последствия хронического недостатка сна.

Особенности высшей нервной деятельности человека

Лекция. Высшая нервная деятельность человека: основные особенности. Мышление. Этапы мышления. Кора больших полушарий: различия в функциях правого и левого полушарий. Память: зоны мозга, отвечающие за формирование и хранение памяти. Гиппокамп. Виды памяти: сенсорная, кратковременная, долговременная, процедурная, эпизодическая, рабочая.

Семинар. Факторы, влияющие на запоминание информации. Рекомендации по улучшению и тренировки памяти. Факторы, способствующие снижению памяти.

Работоспособность

Лекция. Работоспособность. Физическая работоспособность. Умственная работоспособность. Фазы работоспособности: вработывание, оптимальная работоспособность, утомление.

Семинар. Факторы, влияющие на поддержание оптимального уровня работоспособности. Способы повышения работоспособности.

Обучение и память

Лекция. Обучение и память. Этапы формирования памяти: запоминание, хранение, воспроизведение, забывание. Области головного мозга, отвечающие за формирование памяти. Нейропластичность мозга.

Семинар. Нарушения памяти. Виды амнезии. Причины нарушения памяти. Роль эмоций в формировании памяти. Приемы и методы развития памяти.

Интерфейсы «мозг — компьютер». Современные методы изучения взгляда

Лекция. Движения глаз: саккады. Эксперименты по изучению движения глаз. Айттрекеры. Характеристики айттреккеров: точность измерений, точность результатов измерений, частота снятия данных. Интерфейсы «мозг — компьютер». Этапы отслеживания направления взгляда.

Семинар. Современные методы отслеживания взгляда: электроокулография, метод склеральных линз, видеоокулография. Сферы применения айттреккеров в исследовательских и практических целях.

Косвенные способы детектирования активности мозга (по физиологической активности)

Лекция. Косвенные методы детектирования активности мозга. Магнито-резонансная томография, электроэнцефалография. Функциональная спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне. Позитронно-эмиссионная томография. Радиофармпрепараты.

Семинар. Применение косвенных методов детектирования активности мозга для решения диагностических и научно-исследовательских задач.

ГЛАВА 4. ПРИРОДОПОДОБНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

Природоподобные технологии и робототехника

Лекция. Классическая и природоподобная робототехника. Антропоморфные роботы. Отличительные признаки природоподобных роботов. Примеры антропоморфных и природоподобных роботов.

Семинар. Примеры применения природоподобных и классических технологий в разных областях робототехники.

Бионика и бионический подход в робототехнике.

Лекция. Бионика. Бионический подход к робототехнике. Человекоподобные манипуляторы. Использование искусственных нейронных сетей и систем искусственного интеллекта для реализации бионического подхода.

Семинар. Использование бионического подхода для технической реализации разных способов перемещения роботов. Типы роботов, для которых необходимо использовать бионический подход.

Роботы-рыбы. Биоэнергетика. Принципы стайного и индивидуального поведения – 3 часа.

Лекция. 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.

Семинар. Причины относительно медленного развития подводных дронов:

сложности, связанные с энергообеспечением. Создание биоэнергетических систем как основной путь решения этой проблемы.

Групповая робототехника. Биологические основы социальности роботов.

Лекция. Групповая робототехника. Централизованная система управления. Децентрализованное управление. Биоподобные групповые робототехнические системы.

Семинар. 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?

ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- формирование научного мировоззрения;
- воспитание интереса к изучению НБИКС-технологий;
- воспитание бережного отношения к собственному здоровью и окружающему миру.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

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

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

8 КЛАСС

- знание основных биоэнергетических технологий;
- знание основных принципов получения энергии из биомассы и биотоплива;
- знание о системах искусственного фотосинтеза и биотопливных элементов, созданных на их основе;
- знание об особенностях замкнутых систем жизнеобеспечения, применяемых в экстремальных условиях;
- знание об истории изучения кристаллов и кристаллографии;
- умение характеризовать основные физико-химические свойства кристаллов;
- знание о разнообразии кристаллов и сфер их применения; умение объяснять основные функции работы головного мозга;
- умение выявлять особенности высшей нервной деятельности человека; умение оценивать свою работоспособность и память;
- знание о современных методах изучения активности мозга; знание о значении биологических ритмов человека;
- знание об использовании природоподобных технологий в робототехнике;
- умение использовать лабораторное оборудование при проведении практических работ;

- умение выполнять лабораторные эксперименты и объяснять их результаты;
- умение устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе полученных знаний;
- умение формулировать цель и задачи исследования, выдвигать гипотезы;
- умение определять базовую функциональность, конструкцию и используемые компоненты робота.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

5 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

6 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

7 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

8 КЛАСС

№ п/ п	Наименование разделов и тем программы	Количес тво часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
1	Введение в курс	2	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.	лекция, семинар, практиче ские занятия	http://nrcki.ru/catalog/nauka/fundamentalnye-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/
2	Биоэнергетика	12	Биосфера и техносфера. Угрозы человечеству, связанные с расширением	лекция, семинар, практиче ские занятия	http://nrcki.ru/catalog/nauka/fundamentalnye-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/

			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. Биомасса. Сжигание биомассы. Горение. Особенности использования биомассы в качестве источника энергии. Энергоэффективные вещества. Классификация биотоплива по источникам сырья. Естественный и искусственный		
--	--	--	--	--	--

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

			фотосинтез. История разработки искусственных фотосинтетических систем. Использование диоксида титана (TiO₂) 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. Замкнутые системы жизнеобеспечения: принцип работы. Искусственные круговороты веществ. Процессы, используемые в		
--	--	--	--	--	--

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

			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.		
3	Материалы	12	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. Семинар.	лекция, семинар, практические занятия	http://nrcki.ru/catalog/наука/fundamentalnye-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/

			Вклад российских ученых в кристаллографию. Фундаментальные физические открытия, позволившие выяснить внутреннее строение кристаллов.		
4	Мозг	16	Функциональная организация нервной системы. Нервные клетки (нейроны) и клетки глии. Условные и безусловные рефлексы. Работы И.П. Павлова. Методы изучения рефлексов. Выработка условных рефлексов.	лекция, практические занятия	http://nrcki.ru/catalog/наука/fundamentalnye-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/
5	Природоподобная робототехника	4	Классическая и природоподобная робототехника. Антропоморфные роботы. Отличительные признаки природоподобных	лекция практические занятия	http://nrcki.ru/catalog/наука/fundamentalnye-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/

			роботов. Примеры антропоморфных и природоподобных роботов. Бионика. Бионический подход к робототехнике. Человекоподобные манипуляторы. Использование искусственных нейронных сетей и систем искусственного интеллекта для реализации бионического подхода.		
6	Проектная деятельность	20	Самостоятельная работа обучающихся состоит в выполнении проектной (исследовательской) работы в течение всего года.	Выбор темы исследования Написание обзора литературы Проведение исследования (эксперимента) Обработка результатов эксперимента Оформление проектной работы Получение рецензий от кураторов научных проектов. Школьная проектная конференция Региональная проектная	http://nrcki.ru/catalog/наука/fundamentalnye-prikladnye-nauchnye-issledovaniya/nbiks-prirodopodobnye-tehnologii/

				конференция (полуфинал) Межрегиональная Курчатовская конференция проектов (финал)	
7	Промежуточная аттестация	2	Защита проекта		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		68			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

9 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ (С РАЗДЕЛАМИ)

5 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

6 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

7 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

8 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

9 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Основное содержание	Основные виды деятельности	Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0			

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ **5 КЛАСС**

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0	0	0	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

6 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0	0	0	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

7 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0	0	0	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

8 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Что такое НБИКС-конвергенция и природоподобные технологии?	2	0	0	https:// elementy.ru
2	Биоэнергетические технологии. Изменение климата и деятельность человека. Фотосинтез и биосфера	2	0	1	https:// elementy.ru
3	Энергия из биомассы	2	0	1	https:// elementy.ru
4	Энергия из биотоплива	2	0	1	https:// elementy.ru
5	Искусственный фотосинтез	2	0	1	https:// elementy.ru
6	Биотопливные элементы: электричество за счет метаболизма живых систем	2	0	1	https:// elementy.ru
7	Замкнутые системы жизнеобеспечения для Арктики и Космоса	2	0	1	https:// elementy.ru
8	История изучения кристаллов	2	0	0	https:// elementy.ru
9	Что такое кристаллы. Строение, свойства, применение	2	0	1	https:// elementy.ru
10	Жидкие кристаллы	2	0	1	https:// elementy.ru
11	Оптика кристаллов	2	0	1	https:// elementy.ru
12	Кристаллы в природе	2	0	1	https:// elementy.ru

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

13	Кристаллы и аддитивные технологии. Кристаллы — где тут физика, химия и биология?	2	0	1	https:// elementy.ru
14	Мозг и функции. Врожденные и приобретенные формы поведения	2	0	1	https:// elementy.ru
15	Закономерности работы головного мозга	2	0	1	https:// elementy.ru
16	Биологические ритмы. Сон и его значение	2	0	1	
17	Особенности высшей нервной деятельности человека	2	0	1	
18	Работоспособность	2	0	1	https:// elementy.ru
19	Обучение и память	2	0	1	https:// elementy.ru
20	Интерфейсы «мозг — компьютер». Современные методы изучения взгляда	2	0	1	https:// elementy.ru
21	Другие косвенные способы детектирования активности мозга (по физиологической активности)	2	0	1	https:// elementy.ru
22	Природоподобные технологии и робототехника	1	0	0	https:// elementy.ru
23	Бионика и бионический подход в робототехнике	1	0	0	https:// elementy.ru
24	Роботы-рыбы. Биоэнергетика. Принципы стайного и индивидуального поведения	1	0	0	https:// elementy.ru

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

25	Групповая робототехника. Биологические основы социальности роботов	1	0	0	https:// elementy.ru
26	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o- nauke/televizionnye- proekty/programma-kartina-mira-s- mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
27	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o- nauke/televizionnye- proekty/programma-kartina-mira-s- mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
28	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o- nauke/televizionnye- proekty/programma-kartina-mira-s- mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
29	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o- nauke/televizionnye- proekty/programma-kartina-mira-s- mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
30	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o- nauke/televizionnye- proekty/programma-kartina-mira-s- mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095

31	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
32	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
33	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
34	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
35	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
36	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-

					mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
37	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
38	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
39	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
40	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
41	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
42	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-

					proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
43	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
44	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
45	Проектная деятельность	1	0	1	http://nrcki.ru/catalog/ populyarno-o-nauke/televizionnye-proekty/programma-kartina-mira-s-mihailom-kovalc hukom/?ysclid=m3yg5ufs6u333960095
46	Промежуточная аттестация. Защита проекта.	2	0	2	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		68	0	41	

9 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		0	0	0	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ"**, Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "ЛИЦЕЙ №4 "МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ",** Платонова Валентина
Николаевна, ДИРЕКТОР

07.09.26 12:51
(MSK)

Сертификат 860694586A78DA4A7B19A4EB45D7822E