



берлога



Кружковое
движение

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЦЕНТР ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА ДЕТЕЙ И ЮНОШЕСТВА «ТЕХНОПАРК»
ГОРОДСКОГО ОКРУГА ГОРОД НЕФТЕКАМСК
РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Принята на заседании
педагогического совета
от « 06 » 10 2025 г.
Протокол № 3



УТВЕРЖДАЮ.
Директор МБУ ДО
ЦТТДиЮ «Технопарк»
А.Н. Порозов
« 06 » 10 2025 г.
Приказ № 370

Серия Киберфизическое образование



Дополнительная общеразвивающая образовательная программа
**«Введение в киберфизическое
приборостроение»**

для обучающихся 14-18 лет

36 академических часов

Программу реализует
Педагог дополнительного образования
Ильина Инга Владиславовна

г. Нефтекамск, 2025

Примерная рабочая программа дополнительного образования была разработана в рамках реализации проектов Национальной киберфизической платформы и посвящена введению школьников в киберфизику.

Авторы программы:

- Просекин Михаил Юрьевич, к.ф.-м.н., руководитель профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель компании ИнСитиЛаб
- Цивилева Дарья Михайловна, координатор профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель региональных программ компании Полюс-НТ
- Чекан Михаил Андреевич, разработчик профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО
- Широков Валентин Владимирович, разработчик профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО

1. Пояснительная записка

Образовательная программа является частью Национальной киберфизической платформы и посвящена введению в киберфизическое приборостроение. Программа вводит обучающихся в культуру инженерного исследования, моделирования, конструирования и управления киберфизическими системами. Данная программа дополнительного образования может применяться в качестве вводного курса по формированию технической грамотности для школьников и студентов любых возрастов.

Программа является введением для учащихся в киберфизику и современную инженерию. Киберфизика — это новая область знаний и практики, направленная на создание и изучение новых подходов к управлению (с применением цифровых моделей и вычислительных систем) техническими объектами и системами. Киберфизическая система - система, способная решать сложные задачи управления в физической реальности. Это система с высоким уровнем автоматизации процессов, основанная на программно-электронном управлении и обладающая также высоким потенциалом модернизации и адаптации к разным условиям.

Киберфизические решения, беспилотная техника, автоматизированные производства, современная коммуникация, авиация и транспорт – все эти направления нуждаются в каналах связи. Как в любой технологии для достижения технологического суверенитета необходимо освоить разработку, производство и эксплуатацию – элементной базы, приборов целиком, их взаимодействия и программного обеспечения. В качестве базовой задачи в технологиях связи встает освоения принципов формирования сигнала, создания каналов связи, стойкости каналов к помехам и взлому, кибербезопасность, эффективность передачи данных. Программа посвящена введению в работу с сигналами, принципам кодирования, написанию программ, работающих с шифрованием и защитой от шумов, а также введению в управление техническими системами в парадигме расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС) с использованием графической среды программирования Кибериада IDE.

Программа интегрирована с различными проектами в области технологического образования: Национальной киберфизической платформой (НКФП), Национальной технологической олимпиадой (НТО). Программа является вводной для дальнейшей подготовки по инженерным профилям НТО, в том числе «Технологии беспроводной связи» (ТБС) и «Интеллектуальные энергетические системы» (ИЭС).

Программа ориентирована на развитие способностей справляться с олимпиадными задачами, работать в команде. В участниках кружка стимулируется желание расти в выбранной технологической сфере, чтобы соревноваться с лучшими командами со всей России, проходит рефлексия участия на различных этапах инженерных соревнований.

2. Цель и задачи программы

2.1. Цель – сформировать способности к исследованию технических систем, построению моделей физической среды, моделей физических процессов, моделей технических систем и управления ими.

2.2. Задачи программы

Реализация целей программы подразумевает достижение образовательных результатов по трем направлениям – обучающих (предметных) результатов, развивающих (метапредметных) и воспитательных (личностных) результатов.

Задачи, направленные на **обучение**:

- освоение понятия сигнала и его характеристик;

- освоение понятия модуляция и ее видов;
- освоение понятия кодирование;
- освоение понятия распределенная киберфизическая система;
- формирование представлений о стойкости каналов к помехам и кибербезопасности, эффективности передачи данных;
- формирование представлений об инженерии киберфизических систем, связи деятельности исследования, моделирования и управления в разработке и использовании киберфизических систем;
- овладение навыками моделирования пространства с помощью исследования техническими системами,
- овладение навыками формирования и анализа сигналов, с органолептической опорой на техническую систему;
- овладение принципами кодирования,
- овладение способами создания устойчивых протоколов связи,
- овладение основами программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС);

Метапредметные:

- Формирование общих представления о способах конструирования, моделирования, программирования и управления;
- Освоение методики проведения эксперимента;
- Освоение программного управления технической системой;
- Освоение моделирования физико-технических систем;
- Обработка данных с органолептической поддержкой.

Личностные:

- развитие инженерного мышления;
- формирование навыков работы в команде;
- пробуждение сознательного отношения к получению предметных знаний,
- формирование ценности инженерной деятельности и инженерного образования;

3. Категория учащихся

Обучающимися программы могут стать подростки возраста 13 лет и старше, владеющие основами компьютерной и математической грамотности и общими представлениями об информационных системах и их использовании. Специальные знания, умения и навыки, в т.ч. в области программирования, для обучения в рамках программы не требуются.

4. Срок реализации программы

Продолжительность программы: 72 часа

5. Формы организации образовательной деятельности и режим занятий

5.1. Формы организации образовательной деятельности:

Занятия могут проводиться в разновозрастных группах, численный состав группы – до 16 человек.

5.2. Режим занятий

Занятия проводятся 1 раз в неделю по 3 часа

6. Планируемые результаты освоения программы

Знакомство с киберфизикой и современной инженерией. Развитие навыков решения инженерных задач, умение работать в команде. Опыт работы с разными программными средами и разными физическими системами (исследование и управление ими). Деятельностная профориентация учащихся, формирование базовой технической и инженерной грамотности.

6.1. Ожидаемые образовательные результаты

Предметные:

- знание понятия сигнала и его характеристик;
- знание понятия модуляция и ее видов;
- знание понятия кодирование;
- знание понятия распределенная киберфизическая система;
- знание понятия киберген;
- умение моделирования пространства с помощью исследования техническими системами;
- умение формировать и анализировать сигналы;
- умение кодировать и декодировать сообщения,
- умение программировать в парадигме расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС);
- умение работать с датчиками и актуаторами;
- умение прошивать микроконтроллеры;
- умение управлять распределенной системой.

Метапредметные:

- Формирование общих представления о способах конструирования, моделирования, программирования и управления;
- Освоение методики проведения эксперимента;
- Освоение программного управления технической системой;
- Освоение моделирования физико-технических систем;
- Обработка данных с органолептической поддержкой.

6.2. Формы контроля и подведение итогов реализации программы

В рамках образовательной программы реализуются следующие формы контроля реализации программы:

- решение задач, обсуждение предложенных решений;
- проведение инженерных соревнований;

Итоговая аттестация представляет собой участие в двух турниров юных киберфизиков, по результатам аттестации составляется региональный рейтинг.

7. Содержание Программы

Содержание Программы соотносится с целью и планируемыми результатами ее освоения.

7.1. Содержание учебного (тематического) плана

Тема	Описание	Часы
Модуль «Киберфизика-связь. Сигналы и модуляции» 18 часов		
Введение. Вводный турнир юных киберфизиков	Навигация по программе. Вводный турнир юных киберфизиков - знакомство учащихся с инженерными соревнованиями.	3
Сигнал	Знакомство учащихся с понятием физического акустического. Изучение характеристик сигнала. Знакомство с понятиями аналогового и цифрового сигнала, знакомство с понятиями ЦАП и АЦП на практике. Приемник и передатчик сигнала, их характеристики. Канал связи между приемником и передатчиком в различных средах – передача данных по акустическому каналу	6
Модуляция и кодирование	Знакомство с понятием модуляции. Изучение видов модуляции. Работа с видами модуляции в акустическом канале. Шумы и помехи. Фазовая и частотная модуляция.	6
Турнир юных киберфизиков	Работа с сигналами и методами модуляции сообщений	3
Модуль «Киберфизика-управление. Введение в ПРИМС» 36 часов		
Введение в ПРИМС	Знакомство с программированием расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС). Введение понятий состояние и событие. Занятия с использованием комплектов МС-ТЮК с освоением первых навыков работы в графической среде программирования Кибериада IDE.	12
Датчики	Знакомство с работой с простейшими датчиками	6
Индикаторы	Знакомство с управлением индикацией	12
Зачетное занятие	Конструирование управляемой технической системы МС-ТЮК	6
Модуль «Киберфизика-связь. Кодирование и протоколы связи» 18 часов		
Кодирование	Способы кодирования и декодирования.	3
Протоколы связи	Написание программ кодирования и декодирования для передачи данных по акустическому каналу связи. Передача данных по акустическому	12

	каналу, подбор параметров канала, разработка собственного протокола для акустического канала.	
Турнир юных киберфизиков	Турнир по кодированию сообщений	3

7.2. Примерный учебный (тематический) план

№ п/п	Название модуля	Количество академических часов			Ориентировочные даты
		Всего	Теория	Практика	
Модуль «Киберфизика-связь. Сигналы и модуляции» 18 часов					
1.	Вводное занятие. Турнир юных киберфизиков ТЮК- Вводный «Акустика» - Соревнование «Аэропорты»/Соревнование «Акустический марафон»	3	1	2	
2.	Сигнал. Характеристики сигнала. Канал связи – приемник, передатчик, среда. На примере акустического канала связи с применением комплектов ТЮК «Акустика».	6	1	5	
3.	Модуляция и кодирование. Работа с видами модуляции в акустическом канале с применением комплектов ТЮК «Акустика». Шумы и помехи. Фазовая и частотная модуляция	6	2	4	
4.	Турнир юных киберфизиков. Соревнование «Кодировщик»	3		3	
Модуль «Киберфизика-управление. Введение в ПРИМС» 36 часов					
5.	Введение в программировании расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС). Введение понятий состояние и событие. Занятия с использованием комплектов МС-ТЮК с освоением первых навыков работы в графической среде программирования Кибериада IDE.	12	2	10	

6.	Датчики. Знакомство с работой датчиков	6		6	
7.	Индикаторы. Знакомство с управлением индикацией	12		12	
8.	Зачетное занятие. Конструирование управляемой технической системы	6		6	
Модуль «Киберфизика-связь. Кодирование и протоколы связи» 18 часов					
9.	Кодирование. Способы кодирования и декодирования	3	2	1	
10.	Протоколы связи. Написание программ кодирования и декодирования для передачи данных по акустическому каналу связи. Разработка собственного протокола для акустического канала, составление своей посылки, обработка обратной связи от программы-декодера.	12		12	
11.	Турнир юных киберфизиков	3		3	
	Итого программы	72	10	62	

8. Формы и виды контроля и оценочные материалы

8.1. Виды контроля:

- *предварительный контроль* проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- *текущий контроль* участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО.
- *итоговый контроль* участие в итоговом соревновании.

8.2. Формы и содержание итоговой аттестации:

Итоговая аттестация представляет собой выступление команд в итоговых соревнованиях.

Основной способ диагностики — это применение полученных навыков и усвоенных понятий во время соревнований с изменением системы или управляющих и измеряемых параметров задачи.

Тип результата	Образовательный результат	Задания
Предметные результаты	<ul style="list-style-type: none"> ● знание понятия сигнала и его характеристик; ● знание понятия модуляция и ее видов; ● знание понятия кодирование; ● умение моделирования пространства с помощью исследования техническими системами; ● умение формировать и анализировать сигналы; ● умение кодировать и декодировать сообщения, 	<p>Задача на конструирование технической системы и создание протокола связи для передачи сообщения в конкретной реальной ситуации с измененными параметрами и условиями передачи.</p> <p>Оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● освоенность понятий и навыков. ● способность перенести навыки на другие условия и задачи ● способность понять как быстро возможно перестроить модель передачи сигнала под условия задачи. ● умение управлять технической системой с получением необходимого и измеряемого результата
	<ul style="list-style-type: none"> ● умение программировать в парадигме расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС); ● умение работать с датчиками и актуаторами; ● умение прошивать микроконтроллеры; ● умение управлять распределенной системой. 	<p>Задача на конструирование и управление работающей распределенной системы с оценкой оптимальности параметров</p> <p>Оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> • освоенность понятий и навыков • достижение программой управления необходимого результата; • адекватное применение событийного подхода и расширенных иерархических машин состояний при решении задачи; • красота и аккуратность диаграммы, лаконичность и читаемость предложенного решения; • связь предложенной модели внешней среды и системы управления с программой,

		<p>представленной диаграммой машины состояний, в т.ч. порядком наименования состояний в диаграмме;</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие в программе универсальных, переиспользуемых элементов; • использование широкого набора существующих элементов при конструировании программы; • наличие встроенной системы диагностики программы, облегчающей поиск и обнаружение ошибок.
<p>Метапредметные результаты</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Освоение методики проведения эксперимента; • Освоение программного управления технической системой; • Освоение моделирования физико-технических систем; • Обработка данных с органолептической поддержкой 	<p>Оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Освоение методики проведения эксперимента: <ul style="list-style-type: none"> - использует ли для решения инженерной задачи исследование системы и среды • Освоение моделирования физико-технических систем: <ul style="list-style-type: none"> - составляет ли для решения задачи учащийся модель технической системы, физического процесса, среды. • Освоение программного управления технической системой: <ul style="list-style-type: none"> - формирование данных в Excel - формирование данных программой с использованием языков программирования • Обработка данных с органолептической поддержкой <ul style="list-style-type: none"> - обнаружение способов обработки данных (в таблицах Excel, через написание программ с использованием языков программирования)

8.3. Критерии оценки достижения планируемых результатов

Уровни освоения Программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков во время соревнований.
Средний уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности.
Низкий уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности.

9. Организационно-педагогические условия реализации программы

9.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение программы:

- Помещение;
- Проектор;
- Ноутбук с доступом в интернет и необходимым программным обеспечением (по количеству обучающихся и для преподавателя);
- Флипчарт;
- Маркеры для флипчарта;
- Офисный принтер (струйный или лазерный);
- Расходные материалы (пленка для офисного принтера, маркеры, изолента).

Специализированное оборудование:

- Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика» (ТЮК «Акустика»)
- 6-7 штук (1 комплект на 2 обучающихся);
- Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний» (ТЮК «Машины состояний») – 5 штук (1 комплект на 3 обучающихся);
- Набор преподавателя к ТЮК «Машины состояний» - 1 штука.

Информационное обеспечение программы:

- Методические рекомендации к занятиям по темам занятий - презентации и рекомендации для преподавателя.
- Методические материалы для учащихся - описания заданий.
- Материалы для проведения соревнований.

9.2. Кадровое обеспечение Программы

Реализацию программы осуществляет педагог дополнительного образования.

Требования к преподавателю

- желание проводить программу,
- готовность работы на КПК,
- готовность работы после КП,
- готовность еженедельной связи с разработчиками программы (1 час в неделю),
- готовность работать с дополнительными диагностическими материалами,
- готовность подготовки участников к региональным соревнованиям,
- готовность вывозить участников на региональные соревнования.

Пожелания к образованию преподавателя:

- физика,
- математика,
- IT,
- инженерное образование,
- педагог физики,
- педагог математики,
- педагог информатики

9.3. Учебно-методическое обеспечение Программы

Список литературы для преподавателя:

1. Кодирование данных.
 - a. [Статья “Помехоустойчивое кодирование с использованием различных кодов”](#).
 - b. [Статья “Коды Рида-Соломона. Часть 1 — теория простым языком”](#).
 - c. [Статья “Коды Рида-Соломона. Часть 2 — арифметика полей Галуа”](#).
 - d. [Видео “Коды Хэмминга — Григорий Кабатянский”](#).
2. Математические методы обработки данных.
 - a. [Линейная аппроксимация](#) — при обработке экспериментальных данных часто возникает необходимость аппроксимировать их линейной функцией.
 - b. [Аппроксимация функции](#).
3. Форматы данных и сжатие данных.
 - a. [Статья “Методы сжатия данных”](#).
 - b. [Статья “Обзор методов сжатия данных”](#).
4. Автокорреляционная функция.
 - a. [Статья “Нежное введение в автокорреляцию и частичную автокорреляцию”](#).
 - b. [Видео “Основы ЦОС: Корреляционная функция”](#).
5. Необходимые основы программирования на Python.
 - a. [“Программирование на Python”](#) — достаточная база, особое внимание урокам 3.8 и 3.9.
 - b. [“Программирование на Python для решения олимпиадных задач”](#) — наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание третьему модулю.
 - c. [“Python: основы и применение”](#) — затрагивает некоторые глубокие особенности языка, но нет уроков по библиотекам обработки данных.
6. Основы программирования на C.
 - a. [Пособие Б.В. Керниган, Д.М. Ричи. “Язык СИ”](#).
 - b. [Курс “Программирование на языке C++ для решения олимпиадных задач”](#).
7. Книга [“Код: тайный язык информатики”](#) Чарльза Петцольда.

