



берлога



Кружковое  
движение

*Ассоциация участников технологических кружков*

УТВЕРЖДАЮ  
Президент Ассоциации

\_\_\_\_\_ А.И. Федосеев

Дополнительная общеразвивающая образовательная программа

«Введение в киберфизическое приборостроение»

Возраст учащихся: 8-11 класс  
Срок реализации программы: 1 год

Авторы-составители:

Просекин Михаил Юрьевич, руководитель компании ИнСитиЛаб, руководитель профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальный энергетические системы» НТО

Цивилева Дарья Михайловна, руководитель региональных программ компании Полюс-НТ, координатор профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальный энергетические системы» НТО

Чекан Михаил Андреевич, программист IT отдела компании Полюс-НТ, разработчик профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальный энергетические системы» НТО

Ржечицкий Александр Эдвардович, разработчик профиля «Технологии беспроводной связи» НТО

Иркутск, 2024

## Оглавление

### **1. Пояснительная записка**

Актуальность программы

Цель программы

Задачи программы

Характеристика обучающихся по программе (входной уровень)

Сроки и этапы реализации программы

Ожидаемые образовательные результаты

Формы контроля и подведения итогов реализации программы

### **2. Учебно-тематическое планирование**

Учебно-тематический план

Содержание программы

### **3. Условия реализации программы**

### **4. Список информационных ресурсов**

## 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.

### **Актуальность**

Беспилотная техника, автоматизированные производства, современная коммуникация, авиация и транспорт – все эти направления нуждаются в устойчивых каналах связи и новых способах управления ими. Во всех сферах жизни все большее значение приобретают киберфизические системы. Мы ими окружены, но практически не замечаем - потому что если они работают исправно и функционально, то они незаметно облегчают нашу жизнь как пользователей (системы умного дома, службы заказа такси).

Киберфизические системы объединяют множество умных устройств, работающих вместе, в рамках единой цифровой модели, что позволяет сделать жизнь и работу людей более интеллектуальной. Разработка таких систем не похожа на создание обычной программы для компьютера или на проектирование электронного прибора – необходимо уметь моделировать физическую реальность, программировать сложные адаптивные алгоритмы, создавать и тестировать распределенные в пространстве сети устройств. Для создания киберфизических систем необходимы новые средства разработки, а также новое мышление инженера. Формирование соответствующего киберфизического мышления требует специальной подготовки и способностей, способов инженерного мышления, которые необходимо формировать еще в школе. Данная образовательная программа формирует первый опыт исследования, моделирования и управления киберфизическими системами.

### **Цель программы**

Сформировать способности к исследованию технических систем, построению моделей физической среды, моделей физических процессов, моделей технических систем и управления ими.

### **Задачи программы**

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

## Предметные:

- освоение понятия сигнала и его характеристик;
- освоение понятия модуляция и ее видов;
- освоение понятия кодирование;
- освоение понятия распределенная киберфизическая система;
- освоение понятия киберген;
- 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;

## **Характеристика обучающихся (входной уровень)**

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.

## **Сроки и этапы реализации программы**

Образовательная программа предполагает реализацию в течение одного полугодия. Продолжительность реализации программы – 72 академических часа. Программа включает в себя 3 модуля: Вводный модуль (4 часа), модуль ТЮК-Акустика (32 часов), модуль ТЮК-Машины состояний (36 часов).

## **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.

## **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.

## 2. Учебно-тематическое планирование

### Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование Разделов	Всего, час.	В том числе			Форма аттестации / контроля
			Л	ПЗ	СР	
	<b>Вводный модуль</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		
1.1	Навигация по программе. Вводный Турнир юных киберфизиков “Акустика”	4	1	3		
	<b>Модуль ТЮК-Акустика</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>28</b>		
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Исследования в инженерной задаче на примере распространения акустического сигнала</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	
1.1	Гармонический сигнал и его характеристики	4	1	3		
1.2	Передача информации в акустическом канале	4		4		
1.3	Модуляция сигнала и ее виды	4	1	3		
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Моделирование в инженерной задаче на примере работы с акустическим сигналом</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
2.1	Построение модели сигнала	4		4		
<b>3</b>	<b>Раздел 3. Создание протокола передачи сигнала на примере</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	

	<b>работы с акустическим сигналом</b>					
3.1	Способы кодирования и декодирования	4	2	2		
3.3	Создание сложного протокола передачи сигнала на нескольких частотах с учетом модели сигнала	8		8		
3.4	Турнир юных киберфизиков ТЮК-Акустика	4		4		<b>Контроль в форме распределенного инженерного соревнования</b>
	<b>Модуль ТЮК-Машины состояний</b>	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>30</b>		
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Методы управления в технических системах</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	
1.1	Понятие иерархических машин состояний. События и действия в парадигме ПРИМС. Знакомство с интерфейсом IDE. Знакомство с комплектом МС-ТЮК	4	2	2		
1.2	Простейшая модель прибора. Датчики и эффекторы	4		4		
1.3	Индикация в приборах	4		4		
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Управление в распределенных системах</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>0</b>	
2.1	Распределенная система и понятие кибергена	8	2	6		
2.2	Программные прошивки микроэлектронного контроллера.	4	1	3		

2.3.	Протокол связи распределенной системы	4		4		
2.4	Мультиэкранное программирование. Приборная среда и управление ею	4	1	3		
2.5.	Турнир юных киберфизиков МС-ТЮК	4		4		<b>Контроль в форме работающей распределенной системы с оценкой оптимальности параметров</b>
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>11</b>	<b>61</b>		

### Содержание программы

№ п/п	Содержание	Контрольные задачи
<b>Вводный модуль (4 ак. часа)</b>		
Тема 1.1 Навигация по программе. Вводный Турнир юных киберфизиков “Акустика”	Навигация по программе. Вводный турнир юных киберфизиков - знакомство учащихся с инженерными соревнованиями. Получение первого опыта работы с технической системой, на примере ТЮК-Акустика: <ul style="list-style-type: none"> <li>- познакомиться с тем, что такое акустический сигнал.</li> <li>- научиться формировать и обрабатывать сигналы.</li> <li>- соревнование в декодировании сообщений.</li> </ul>	
<b>Модуль ТЮК-Акустика (32 ак. часа)</b>		
<b>Раздел 1. Исследования в инженерной задаче на примере распространения акустического сигнала (12 ак. часов)</b>		
Тема 1.1. Гармонический сигнал и его характеристики	Знакомство учащихся с понятием физического акустического сигнала. Знакомство с гармоническим сигналом. Знакомство с уравнением гармонического сигнала. Изучение характеристик сигнала - частота, амплитуда, фаза, период.	



	Первый опыт исследования физического процесса, создаваемого в физической среде, и управлением технической системой.	
Тема 1.2. Передача информации в акустическом канале	Опыт исследования физического процесса, создаваемого в физической среде, и управлением технической системой. Знакомство с понятиями несущая и огибающая. 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	
Тема 1.3. Модуляция сигнала и ее виды	Знакомство с понятием модуляции. Изучение видов модуляции - амплитудная, частотная, фазовая модуляция. Получение сигнала на ТЮК-Акустика с использованием разных видов модуляции	
<b>Раздел 2. Моделирование в инженерной задаче на примере работы с акустическим сигналом (4 ак. часа)</b>		
Тема 2.1. Построение модели сигнала	Построение модели передачи сигнала. Поиск границы применимости модели. Поиск способов модернизации технической системы. Выявление понятия скорости передачи и устойчивости сигнала.	
<b>Раздел 3. Создание протокола передачи сигнала на примере работы с акустическим сигналом (16 ак. часов)</b>		
Тема 3.1. Способы кодирования и декодирования	Способы кодирования и декодирования. Системы исчисления. Введение в помехозащищённые коды.	
Тема 3.2. Создание сложного протокола передачи сигнала на нескольких частотах с учетом модели сигнала	Передача данных по акустическому каналу, подбор параметров канала, разработка собственного протокола для акустического канала, составление своей посылки, обработка обратной связи от программы-декодера.	

<b>Тема 3.3. Турнир юных киберфизиков ТЮК-Акустика</b>	Турнир с применением понятий, изученных в рамках модуля ТЮК-Акустика. Создание протокола передачи сигнала с учетом модели сигнала и граничных условий задачи турнира	Контроль в форме распределенного инженерного соревнования
<b>Модуль ТЮК-Машины состояний (36 ак. часа)</b>		
<b>Раздел 1. Методы управления в технических системах (12 ак. часов)</b>		
Тема 1.1. Понятие иерархических машин состояний. События и действия в парадигме ПРИМС. Знакомство с интерфейсом IDE. Знакомство с комплектом МС-ТЮК	Понятие иерархических машин состояний. События и действия в парадигме ПРИМС. Знакомство с интерфейсом IDE. Знакомство с комплектом МС-ТЮК. Работа с пиктограммами.	
Тема 1.2. Простейшая модель прибора. Датчики и эффекторы	Формирование целостности управления прибора на основании кнопок как датчиков, светодиодов как элементов воздействия управления, и светодиодной матрицы как элементов индикации состояния прибора	
Тема 1.3. Индикация в приборах	Светодиодная матрица как элемент индикации состояния прибора	
<b>Раздел 2. Управление в распределенных системах (24 ак. часа)</b>		
Тема 2.1. Распределенная система и понятие кибергена	Введение понятия распределенная киберфизическая система, введение понятия Киберген	
Тема 2.2. Программные прошивки микроэлектронного контроллера.	Программная прошивка микроэлектронного контроллера. Различение шины данных и каналов для прошивки.	
Тема 2.3. Протокол связи распределенной системы	Введение понятия протокол связи распределенной системы	
Тема 2.4. Мультиэкранное программирование. Приборная среда и управление ею	Освоение первичных понятий работы с мультиэкранном программированием, распределение различных областей диаграммы машины состояний на различные части распределенной системы, образующей приборную среду. Введение понятия приборная среда и управление приборной средой как отдельными	

	областями машины состояний, с возможностью использовать части единой прошивки как самостоятельные элементы, запускающиеся на разных микроконтроллерах, расположенных на разных платах, связанных между собой информационной шиной	
<b>Тема 2.5. Турнир юных киберфизиков МС-ТЮК</b>	Турнир с применением понятий, изученных в рамках модуля ТЮК-Машины состояний. Создание работающей распределенной системы с оценкой оптимальности параметров	<b>Контроль в форме работающей распределенной системы с оценкой оптимальности параметров</b>

**Итоговые контрольно-диагностические материалы** (тексты заданий и критерии оценки в соответствии с предметными результатами)

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"> <li>● знание понятия сигнала и его характеристик;</li> <li>● знание понятия модуляция и ее видов;</li> <li>● знание понятия кодирование;</li> <li>● умение моделирования пространства с помощью исследования техническими системами;</li> <li>● умение формировать и анализировать сигналы;</li> <li>● умение кодировать и декодировать сообщения,</li> </ul>	<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"> <li>● освоенность понятий и навыков.</li> <li>● способность перенести навыки на другие условия и задачи</li> <li>● способность понять как быстро возможно перестроить модель передачи сигнала под условия задачи.</li> <li>● умение управлять технической системой с получением необходимого и измеряемого результата</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>● знание понятия распределенная киберфизическая система;</li> <li>● знание понятия киберген;</li> <li>● умение программировать в парадигме расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС);</li> <li>● умение работать с датчиками и актуаторами;</li> <li>● умение прошивать микроконтроллеры;</li> <li>● умение управлять распределенной системой.</li> </ul>	<p>Задача на конструирование и управление работающей распределенной системы с оценкой оптимальности параметров</p> <p>Оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• освоенность понятий и навыков</li> <li>• достижение программой управления необходимого результата;</li> <li>• адекватное применение событийного подхода и расширенных иерархических машин состояний при решении задачи;</li> <li>• красота и аккуратность диаграммы, лаконичность и читаемость предложенного решения;</li> <li>• связь предложенной модели внешней среды и системы управления с программой, представленной диаграммой машины состояний, в т.ч. порядком наименования состояний в диаграмме;</li> <li>• наличие в программе универсальных, переиспользуемых элементов;</li> <li>• использование широкого набора существующих элементов при конструировании программы;</li> <li>• наличие встроенной системы диагностики программы, облегчающей поиск и обнаружение ошибок.</li> </ul>
<p>Метапредметные результаты</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Освоение методики проведения эксперимента;</li> <li>● Освоение программного управления технической системой;</li> <li>● Освоение моделирования физико-технических систем;</li> <li>● Обработка данных с органолептической поддержкой</li> </ul>	<p>Оценивается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Освоение методики проведения эксперимента: <ul style="list-style-type: none"> <li>- использует ли для решения инженерной задачи исследование системы и среды</li> </ul> </li> <li>● Освоение моделирования физико-технических систем: <ul style="list-style-type: none"> <li>- составляет ли для решения задачи учащийся модель технической системы, физического процесса, среды.</li> </ul> </li> <li>● Освоение программного управления технической системой: <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование данных в Excel</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование данных программой с использованием языков программирования</li> <li>● Обработка данных с органолептической поддержкой</li> <li>- обнаружение способов обработки данных (в таблицах Excel, через написание программ с использованием языков программирования)</li> </ul>
--	--	---

Уровни освоения результата	Результат
Высокий уровень освоения	Учащиеся на соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков.
Средний уровень освоения	Учащиеся на соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности.
Низкий уровень освоения	Учащиеся на соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности.

### 3. Условия реализации программы

#### 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

## Оборудование и расходные материалы

### Общее оборудование:

1. Для реализации образовательной программы требуется компьютерный класс (не менее 1 рабочего места на 2 обучающихся) со стационарными компьютерами или ноутбуками
2. Проведение занятий в рамках образовательной программы потребует экрана или проектора, а также доски или флипчарта для общей работы.

### Специализированное оборудование:

1. Комплект для проведения турниров юных киберфизиков "Акустика" - 1 комплект на 2 учащихся
2. Комплект для проведения турниров юных киберфизиков "Машины состояний. Расширенный" 1 комплект на 3 учащихся
3. Набор преподавателя (приложение к ТЮК "Машины состояний") - 1 на класс

## 4. Список информационных ресурсов

### Методические разработки для преподавателя

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

### Список литературы для преподавателя

1. Книга ["Код: тайный язык информатики"](#) Чарльза Петцольда.
2. 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.