

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НЕТИПОВОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРОДСКОЙ ДВОРЕЦ ТВОРЧЕСТВА ЮНЫХ»

**ПРИНЯТА**

Протокол Малого педагогического совета  
Отдела техники  
№ 2 от «13» 03 2020 года

  
М.Ю. Колганов  
Руководитель структурного подразделения

**УТВЕРЖДЕНА**

Приказ № 962-01 от «18.05.20» года  
Генеральный директор

  
М.П. Катунцова



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
«Киберфизические системы»**

Возраст учащихся: 14-17 лет  
Срок реализации: 1 год

**Разработчики:**

Онуфриев Вадим Александрович,  
педагог дополнительного образования, к.т.н.  
Миронова Татьяна Сергеевна, методист.

**ОДОБРЕНА**

Протокол Методического совета  
№ 8 от «11» сентября 2020 г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данная дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «**Киберфизические системы**» (далее — Программа) имеет **техническую направленность**.

**Актуальность программы** обусловлена тем, что Программа позволяет познакомиться с особенностями наступающей очередной (четвертой) промышленной революции, обозначаемой в международном техническом сообществе как «Industry 4.0» («Промышленность 4.0»). При освоении Программы учащиеся знакомятся с особенностями обмена данными на автоматизируемых промышленных объектах, со способами повышения производительности процессов за счет сокращения времени и затрат, с подходами к внедрению технологий Industry 4.0, также включающей применение киберфизических систем.

Программа разработана в рамках сетевого взаимодействия с Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

**Адресат программы:** данная программа адресована учащимся 14-17 лет, успешно освоившим программы Центра компьютерных технологий в области создания программных продуктов и/или систем автоматического управления. Также возможен прием учащихся, не обучавшихся по данным программам.

**Уровень освоения программы — базовый.**

**Цель программы:** способствовать профессиональному самоопределению учащихся через освоение новых универсальных компетенций в области перспективных направлений промышленных технологий и цифровизации экономики.

**Задачи:**

**Обучающие:**

- научить проектировать киберфизические системы для задачи управления технологическими процессами;
- освоить базовые приемы проектирования систем автоматизации;
- научить выбирать и применять технические средства для реализации киберфизических систем;
- сформировать навыки работы с программируемыми логическими контроллерами, микропроцессорами и микроконтроллерами;
- освоить базовые приемы создания сетей и сетевого обмена.

**Развивающие:**

- способствовать развитию интеллектуальных способностей путем формирования умений работать с различными источниками при поиске и отборе материала в соответствии с выбранной тематикой;
- сформировать универсальные знания и умения для дальнейшего изучения смежных дисциплин в области программирования, оценки качества, планирования и управления инновациями;
- содействовать профессиональному самоопределению.

**Воспитательные:**

- способствовать развитию ответственности за начатое дело;
- сформировать мотивацию к углубленному изучению предмета в настоящее время и в будущем;
- сформировать навыки самоорганизации и планирования времени и ресурсов.



## **Условия реализации программы.**

**Условия набора и формирование групп:** принимаются учащиеся 14-17 лет, обладающие начальными знаниями в области программирования, компьютерного моделирования либо успешно освоивших программы Центра компьютерных технологий в области создания программных продуктов и/или систем автоматического управления. Также возможен прием учащихся, не обучавшихся ранее по данным программам, но обладающих соответствующими знаниями:

- в создании кода для микроконтроллеров и/или программируемых логических контроллеров;
- в организации информационного обмена по сетям передачи данных;
- в программировании приложений на алгоритмических языках;
- в понимании принципов проектной деятельности.

Уровень владения перечисленными выше навыками определяется во время собеседования при приеме в коллектив.

**Объем и срок реализации программы:** Продолжительность освоения программы составляет 1 учебный год, 108 часов, 1 раз в неделю по 3 часа.

**Особенности организации образовательного процесса** заключаются в том, что программа направлена на освоение различного типа оборудования – микроконтроллеров, микропроцессорных систем и программируемых логических контроллеров, а также в применении и практическом освоении различных языков программирования (C++, Python, IEC 61131-3), что позволяет рассчитывать, в том числе, на расширение общего технического кругозора обучающихся.

### **Форма проведения занятий:**

теоретическая часть: классическая лекция, с использованием экрана и проектора;  
практическая часть: проектная работа с физическим оборудованием.

**Формы организации деятельности детей:** фронтальная – всем составом объединения; индивидуальная — самостоятельная работа учащегося над проектом под руководством педагога; групповая — если над одним проектом работают несколько человек.

### **Материально-техническое оснащение:**

I. Оборудование:

- компьютеры под управлением ОС Windows;
- проектор, экран;
- программируемый логический контроллер Schneider Modicon M340;
- отладочные платы Arduino;
- WiFi-модули ESP8266;
- макетные платы, соединительные провода;
- одноплатные компьютеры Raspberry Pi 3B.

II. Программное обеспечение:

- среда Unity Pro;
- Arduino IDE;
- ОС Raspbian со стандартным набором открытого программного обеспечения (Terminal, Python IDLE и т. д.).

### **Кадровое обеспечение программы:**

педагогический состав формируется из специалистов СПбПУ, имеющих профильное образование или опыт профессиональной деятельности в области систем управления и программирования (в том числе, встраиваемых систем).

### **Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- научатся проектировать киберфизические системы для задачи управления технологическими процессами;
- освоят базовые приемы проектирования систем автоматизации;
- научатся выбирать и применять технические средства для реализации киберфизических систем;
- приобретут навыки работы с программируемыми логическими контроллерами, микропроцессорами и микроконтроллерами;
- освоят базовые приемы создания сетей и сетевого обмена;
- приобретут начальные профессиональные навыки разработки программного обеспечения для управления промышленным оборудованием.

**Метапредметные:**

- разовьют интеллектуальные способности путем формирования умений работать с различными источниками при поиске и отборе материала в соответствии с выбранной тематикой;
- сформируют универсальные знания и умения для дальнейшего изучения смежных дисциплин в области компьютерного моделирования, программирования, оценки качества и управления инновациями;
- получат универсальные компетенции в области перспективных направлений развития новых промышленных технологий, цифровой грамотности;
- приобретут умение ориентироваться в сложных проблемных вопросах взаимодействия технических и социальных вызовах современного общества;
- получат импульс к профессиональному самоопределению.

**Личностные:**

- разовьют чувство ответственности за начатое дело;
- сформируют устойчивую мотивацию к углубленному изучению предмета в настоящее время и в будущем;
- сформируют навыки самоорганизации и планирования времени и ресурсов.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы  
«Киберфизические системы»

№ п/п	Название темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	<b>Вводное занятие</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		Устный опрос
2	<b>Введение в киберфизические системы</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	Устный опрос
3	<b>Аппаратные средства КФС</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	Устный опрос
4	<b>Программируемые логические контроллеры</b>	<b>24</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	
4	Введение в автоматизацию технологических процессов	3	1	2	Устный опрос
4	Языки программирования стандарта МЭК 61131-3	5	2	3	Презентация и защита программы на ПЛК
4	Средства программирования ПЛК	5	2	3	Презентация и защита программы на ПЛК
4	Модели объекта управления и системы управления	5	2	3	Презентация и защита программы на ПЛК
4	Применение технологий OPC и ModbusTCP	6	2	4	Презентация и защита программы на ПЛК
5	<b>Микроконтроллеры (МК) и микропроцессоры (МП)</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	



5	Введение в микроконтроллеры (МК) и микропроцессоры (МП)	3	2	1	Устный опрос
5	Программирование микроконтроллеров фирмы Atmel	4	1	3	Презентация и защита программы на МК
5	Передача данных по сетям WiFi	6	2	4	Презентация и защита программы на МК
5	Программирование МП Raspberry Pi	3	1	2	Презентация и защита программы на МК
5	Организация передачи данных при помощи сокетов (TCP, UDP)	4	1	3	Презентация и защита программы на МК
<b>6</b>	<b>Математические модели</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
6	Задача создания и применения математических моделей	3	1	2	Устный опрос
6	Аппроксимация и идентификация	3	1	2	Презентация и защита программы идентификации
<b>7</b>	<b>Инициация индивидуального проекта учащегося</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	Презентация идеи и плана проекта
<b>8</b>	<b>Мультиагентные системы управления</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	
8	Введение в мультиагентные системы	6	2	4	Устный опрос
8	Реализация сценариев управления в мультиагентных системах	6	2	4	Презентация готовой мультиагентной системы
<b>9</b>	<b>Интеллектуальные системы</b>	<b>21</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	
9	Введение в интеллектуальные системы	6	2	4	Устный опрос
9	Создание баз знаний (БЗ) средствами Semantic Web Stack	6	2	4	Презентация и защита базы знаний
9	Неопределенности	3	2	1	Устный опрос
9	Нейронные сети в рамках интеллектуальных систем	6	2	4	Презентация приложения с обученной сетью
<b>10</b>	<b>Финализация и оформление проекта учащегося</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	Презентация итогов работы в виде проекта
<b>1</b>	<b>Итоговое занятие</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>Подведение итогов</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>			

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе  
**«Киберфизические системы»**

**Задачи**

**Обучающие:**

- научить проектировать киберфизические системы для задачи управления технологическими процессами;
- освоить базовые приемы проектирования систем автоматизации;
- научить выбирать и применять технические средства для реализации киберфизических систем;
- сформировать навыки работы с программируемыми логическими контроллерами, микропроцессорами и микроконтроллерами;
- освоить базовые приемы создания сетей и сетевого обмена.

**Развивающие:**

- способствовать развитию интеллектуальных способностей путем формирования умений работать с различными источниками при поиске и отборе материала в соответствии с выбранной тематикой;
- сформировать универсальные знания и умения для дальнейшего изучения смежных

- дисциплин в области программирования, оценки качества, планирования и управления инновациями;
- содействовать дальнейшему профессиональному самоопределению.

#### **Воспитательные:**

- способствовать развитию ответственности за начатое дело;
- сформировать мотивацию к углубленному изучению предмета сейчас и в будущем;
- сформировать навыки самоорганизации и планирования времени и ресурсов.

#### **Планируемые результаты**

#### **Предметные:**

- научатся проектировать киберфизические системы для задачи управления технологическими процессами;
- освоят базовые приемы проектирования систем автоматизации;
- научатся выбирать и применять технические средства для реализации киберфизических систем;
- приобретут навыки работы с программируемыми логическими контроллерами, микропроцессорами и микроконтроллерами;
- освоят базовые приемы создания сетей и сетевого обмена;
- приобретут начальные профессиональные навыки разработки программного обеспечения для управления промышленным оборудованием.

#### **Метапредметные:**

- разовьют интеллектуальные способности путем формирования умений работать с различными источниками при поиске и отборе материала в соответствии с выбранной тематикой;
- сформируют универсальные знания и умения для дальнейшего изучения смежных дисциплин в области компьютерного моделирования, программирования, оценки качества и управления инновациями;
- получат универсальные компетенции в области перспективных направлений развития новых промышленных технологий, цифровой грамотности;
- приобретут умение ориентироваться в сложных проблемных вопросах взаимодействия технических и социальных вызовах современного общества;
- получают импульс к профессиональному самоопределению.

#### **Личностные:**

- разовьют чувство ответственности за начатое дело;
- сформируют устойчивую мотивацию к углубленному изучению предмета в настоящее время и в будущем;
- сформируют навыки самоорганизации и планирования времени и ресурсов.

### **СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

#### **1. Вводное занятие.**

Теория. Знакомство с основными положениями по технике безопасности и пожарной безопасности при работе в компьютерном классе. Программа, ее задачи, требуемые компетенции и планируемые результаты обучения на выходе.

#### **2. Введение в киберфизические системы.**

Теория. Определение киберфизической системы (КФС). Ее встроенность в современные тренды развития систем управления. Компоненты киберфизической системы. Управление киберфизической системой. Функциональное проектирование КФС.

Практика. Функциональное проектирование КФС.

#### **3. Аппаратные средства КФС.**

Теория. Повторение закона Ома. Введение в схемотехнику Аналоговые и цифровые

сигналы. Датчики и средства измерения. Вычислительные устройства. Ключи и реле. Двигатели. Актуаторы. Нагреватели. Изучение аппаратных средств на примере оборудования FESTO.

Практика. Проектирование КФС на основе оборудования FESTO.

#### **4. Программируемые логические контроллеры.**

##### 4.1. Введение в автоматизацию технологических процессов.

Теория. Уровни автоматизации. SCADA-системы. Технические средства автоматизации. Программируемые логические контроллеры (ПЛК). Их роль в КФС.

Практика. Разработка функциональной схемы автоматизации выбранного объекта.

##### 4.2. Языки программирования стандарта МЭК 61131-3

Теория. Важность унификации средств программирования для ПЛК различных производителей. Типы языков стандарта МЭК 61131-3: графические (LD, FBD, SFC), текстовые (ST, IL). Синтаксические конструкции языков. Процедуры.

Практика. Разработка программы управления простым объектом с применением языков.

##### 4.3. Средства программирования ПЛК

Теория. Виды задач, применяемые для ПЛК. Функциональные блоки: таймеры, генераторы импульсов. Специальные типы данных. Пользовательские функциональные блоки.

Практика. Разработка программы управления для ПЛК с применением функциональных блоков.

##### 4.4. Модели объекта управления и модели систем управления

Теория. Определение модели объектов в контексте систем управления. Математические модели. Апериодические и колебательные модели в качестве объектов управления. Способы управления ими. Показатели качества.

Практика. Разработка программы ПЛК с применением моделей системы управления и объекта управления.

##### 4.5. Применение технологий OPC и Modbus TCP

Теория. Технология OPC. OPC-сервер и OPC-клиент. Применение OPC для сбора и передачи данных между ПЛК и другими устройствами. Modbus TCP и ее применение.

Практика. Настройка OPC-сервера на компьютере для получения технологических данных с ПЛК.

#### **5. Микроконтроллеры и микропроцессоры.**

##### 5.1. Введение в микроконтроллеры (МК) и микропроцессоры (МП).

Теория. Назначение и устройство МК и МП. Роль МК и МП в КФС. Компоненты и структурная схема. Организация памяти и регистры общего и специального назначения. Аккумулятор. Порт ввода-вывода. Язык Ассемблер.

Практика. Разработка программы для микроконтроллера на языке Ассемблер.

##### 5.2. Программирование микроконтроллеров фирмы Atmel

Теория. Микроконтроллеры Atmel и отладочные платы. Язык C++ для программирования МК. Особенности работы с последовательным портом. Обработка поступающих данных и отправка ответов.

Практика. Разработка программ для передачи данных по последовательному порту.

##### 5.3. Передача данных по сетям WiFi.

Теория. Базовая модель OSI для сетей передачи данных, ее уровни. Рассмотрение WiFi-сетей с точки зрения этой модели. Рассмотрение модулей передачи данных по WiFi на примере модуля ESP8266. AT-команды.



Практика. Реализация передачи данных между МК при помощи модулей ESP8266.

#### 5.4. Программирование МП Raspberry Pi.

Теория. Устройство одноплатного компьютера Raspberry Pi. Введение в его Linux-систему Raspbian. Принцип создания управляющих скриптов. Язык Python для Raspberry Pi. Подключение различных библиотек.

Практика. Разработка программ для Raspberry для управления технологическим процессом.

#### 5.5. Организация передачи данных при помощи сокетов (TCP, UDP)

Теория. Определение сокета и его назначение. Протоколы TCP и UDP. Применяемые для этих целей библиотеки и их классы. Необходимые для передачи данные при работе КФС.

Практика. Организация обмена данными между МП по беспроводным сетям с использованием сокетов в различных ситуациях в рамках управляющих КФС.

### 6. Математические модели.

#### 6.1. Задача создания и применения математических моделей.

Теория. Место и роль математических моделей в рамках задачи управления с применением КФС. Представление математических моделей в виде функций на языке Python.

Практика. Реализация программы, применяющей различные функции для вычисления критических и иных технологических показателей.

#### 6.2. Аппроксимация и идентификация.

Теория. Понятие задач аппроксимации и идентификации, их роль и место в задачах управления. Средства аппроксимации. Подходы и способы идентификации. Классификация способов идентификации. Целевые функции и критерии качества идентификации.

Практика. Реализация процедуры идентификации и проверка качества результата.

### 7. Инициация индивидуального проекта учащегося

Теория. Общие правила инициации и управления проектной работой. Правила и рекомендации по формулированию цели проекта, по выбору средств, разработке плана проекта.

Практика. Выбор тематики и постановки цели на индивидуальный проект учащегося. Разработка плана проекта.

### 8. Мультиагентные системы управления.

#### 8.1. Введение в мультиагентные системы

Теория. Роль и место мультиагентных алгоритмов в организации управляющих КФС. Понятие агента. Способы взаимодействия агентов. Рассмотрение различных примеров мультиагентных систем.

Практика. Разработка алгоритма мультиагентного управления для приведенных условий.

#### 8.2. Реализация сценариев управления в мультиагентных системах

Теория. Подходы к практической реализации мультиагентных систем. Рассмотрение иерархии агентов в рамках производственной вертикали. Вертикальное и горизонтальное взаимодействие.

Практика. Реализация мультиагентной системы на основе объединенных в сеть МП Raspberry Pi. Работа над индивидуальным проектом.

### 9. Интеллектуальные системы.

#### 9.1. Введение в интеллектуальные системы.

Теория. Понятие интеллектуальности. Роль интеллектуальности в применении КФС. Знания и данные. Триплеты. Индивиды, классы и свойства. Инженерия знаний и ее задачи. Способы структуризации знаний.

Практика. Структуризация знаний средствами концептуальных карт. Работа над индивидуальным проектом.

#### 9.2. Создание баз знаний (БЗ) средствами Semantic Web Stack.



Теория. Задача формализации знаний. Способы формализации. Рассмотрение средств Semantic Web Stack. Ресурс. Нотация.

Практика. Разработка базы знаний с применением нотации N3/TURTLE на Raspberry Pi.

### 9.3. Неопределенности.

Теория. Понятие неопределенности. Необходимость решения задачи решения неопределенности интеллектуальной системой. Постановка задачи решения неопределенности. Подходы к решению неопределенности. Компоненты интеллектуальных систем на основе знаний, направленные на решение данной задачи.

Практика. Разработка функциональной схемы системы, позволяющей решить задачу неопределенности.

### 9.4. Нейронные сети в рамках интеллектуальных систем.

Теория. Понятие нейронной сети и их примеры. Понятие обучения нейронной сети. Их преимущества и недостатки. Способы применения и подходы к обучению.

Практика. Реализация обучения нейронной сети на Raspberry Pi в рамках задачи работы мультиагентной интеллектуальной системы. Работа над индивидуальным проектом.

## 10. **Финализация и оформление проекта учащегося.**

Теория. Правила оформления и презентации проектов.

Практика. Доработка и завершение проекта. Оформление и презентация проекта.

## 11. **Итоговое занятие .**

Теория. Подведение итогов. Способы и критерии оценки завершенных проектов.

Практика. Разбор методов и критериев оценивания проектов. Проведение анализа качества завершенного проекта.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Оценочные материалы**

В процессе обучения используется следующие оценочные материалы:

- информационная карта "Определения уровня первоначальных знаний и умений" – один раз в год;
- карта самооценки учащегося – два раза в год (декабрь, май);
- карты "Оценка результативности образовательного процесса" – по итогам тем;
- карта оценка результативности выполнения собственного проекта – один раз в год;
- карта "Итоговая оценка результативности образовательного процесса" – по окончании обучения по программе – один раз в год(май).

### **Виды и формы контроля:**

**Входной контроль** – проведение педагогического наблюдения на первых занятиях, выявление индивидуальных особенностей учащихся, анкетирование. проводится в сентябре-октябре с целью выявления первоначального уровня знаний и умений учащихся.

#### **Формы проведения входного контроля:**

- педагогическое наблюдение;
- устный опрос;
- собеседования;
- выполнение тестовых заданий.

Критерии оценки первоначального уровня знаний:

- способность корректно использовать термины предметной области;
- способность объяснять различия терминов, отличия устройств и подходов;

- способность объяснять и обосновать выбор того или иного метода на основе теоретического багажа.

Критерии оценки первоначального уровня умений:

- способность находить применение своим умениям в рамках практической задачи;
- способность объяснять и обосновать выбор того или иного метода на основе своего опыта.

По итогам входной диагностики заполняется информационная карта "Определения уровня первоначальных знаний и умений":

№	Фамилия, имя	Уровень знаний	Уровень умений	Примечания

Оценка производится по 5-балльной шкале: "5" – отлично, "4" – хорошо, "3" – посредственно, "2" – плохо.

**Текущий контроль** осуществляется на занятиях в течение всего учебного года для отслеживания уровня освоения учебного материала. Осуществляется путем выполнения практических самостоятельных заданий, результаты которых впоследствии становятся частью итогового проекта.

Формы текущего контроля:

- педагогическое наблюдение;
- устный опрос;
- собеседование;
- письменный опрос;
- анализ решения задач;
- анализ качества выполнения практических работ.

**Промежуточный контроль** осуществляется путем выполнения практических самостоятельных заданий по основным разделам программы, проведение зачетов для выявления результатов освоения программы за первое полугодие, анкетирование обучающихся.

**Формы промежуточного контроля:**

- презентация и защита выполненных заданий;
- письменный опрос;
- анализ качества выполнения практических работ;
- анкетирование.

По итогам промежуточного контроля заполняется информационная карта "Оценка результативности образовательного процесса":

№	Фамилия, имя	Темы				
		Программируемые логические контроллеры	Микроконтроллеры (МК) и микропроцессоры (МП)	Математические модели	Мультиагентные системы управления	Интеллектуальные системы

Оценка производится по 5-балльной шкале: "5" – отлично, "4" – хорошо, "3" –

посредственно, "2" – плохо.

**Критерии оценки:**

- способность обосновать выбор и применение алгоритмического / программного / аппаратного решения;
- знание источников требуемых материалов (инструкции, документация, научные статьи, справочники, сайты производителей), умение их находить;
- уровень и степень выполнения практических заданий в рамках темы.

Анкетирование учащихся проводится дважды в год с целью диагностики уровня достигнутых теоретических знаний, опыта практической деятельности. Анкетирование способствует развитию навыков критического отношения к результатам своей деятельности у обучающихся.

Карта самооценки учащимся и экспертной оценки педагогом компетентности учащегося

№ п/п	Критерии оценки		Баллы (от 1 до 10)
1	Освоил теоретический материал по темам программы		
		педагог	
2	Знаю специальные термины, используемые на занятиях		
		педагог	
3	Научился использовать полученные на занятиях знания в практических целях		
		педагог	
5	Научился самостоятельно выполнять творческие задания		
		педагог	
6	Могу научить других тому, чему научился сам на занятиях по программе		
		педагог	
7	Научился сотрудничать с обучающимися в решении поставленных на занятия задач		
		педагог	
8	Приобрел умения получать информацию из различных источников		
		педагог	

**Итоговый контроль:** Форма итогового контроля – экспертная оценка педагогом результативности каждого учащегося по итогам освоения всех тем программы. Презентация и защита собственного проекта. По итогам заполняется информационная карта "Итоговая оценка результативности образовательного процесса":

№	Фамилия, имя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Итог

Оценка производится по 5-балльной шкале:

"5" – отлично, "4" – хорошо, "3" – посредственно, "2" – плохо.

Итоговая оценка – среднее арифметическое по 10 оценкам.

**Критерии оценки результативности освоения программы**



Планируемый результат	Форма контроля
<b>Предметные</b>	
Владеет языками и навыками программирования и логических контроллеров	Оценка качества разработанных учащимся программ и подхода к применению контроллера
Разбирается в аппаратной и программной части микроконтроллеров / микропроцессоров	Оценка способа встраивания микроконтроллера (как аппаратно, так и программно) в разрабатываемую целостную управляющую систему, оценка качества программ
Умеет получать и применять математические модели	Проверка математических моделей на адекватность физическим, оценка понимания роли применения моделей в рамках систем
Умеет разрабатывать алгоритмические модели и диаграммы взаимодействия агентов	Оценка предложенных учащимся схем
<b>Метапредметные</b>	
Умение осуществлять проектную деятельность.	Наличие / отсутствие законченного итогового проекта.
Умение самостоятельно искать информацию.	Оценка степени самостоятельности в поиске информации и оценка технического и содержательного качества этой информации.
<b>Личностные</b>	
Умение воплощать задуманное	Наличие / отсутствие законченного итогового проекта.
Умение ставить цели, разбивать их на задачи и выполнять эти задачи, достигая цели.	Наличие плана проекта, работа в соответствии с планом
Умение работать самостоятельно и в команде.	Оценка степени самостоятельности в выполнении текущих заданий и итогового проекта. Особенно показательна способность / неспособность самостоятельно выбрать тему и разработать плану будущего итогового проекта.

#### Карта оценка результативности выполнения собственного проекта

Критерии оценки проекта	Баллы
Соответствие выбранной теме	10
Степень применения пройденного материала	10
Сложность выполнения (количество функциональных компонентов и связей между ними)	10
Системность, последовательность подхода к выполнению задания	10
Умение презентовать полученный продукт	10

В рамках освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы учащиеся представляют собственные творческие проекты на конкурсы, конференции – при соответствии требованиям и тематике, прописанных в Положениях к данным мероприятиям.

**В процессе реализации применяются современные образовательные технологии:**



**Информационно-коммуникационная технология:** Включение в образовательный процесс работу с ЭОР, электронными пособиями. Информационные технологии включают в себя все процессы, связанные с получением, хранением и интерпретацией информации.

**Личностно-ориентированная технология:** формирует основные принципы данной программы. Образовательный процесс строится на творческом взаимодействии учащихся и педагога, в учащихся поддерживается уверенность в собственных силах, в возможности достижения успеха. Применяется практика дифференцированных заданий на занятиях. Работа на занятии становится не просто освоением совокупности универсальных действий, а средством развития личности учащегося. Программа призвана формировать развивающую среду, побуждающую к самостоятельной познавательной и исследовательской деятельности. Поощряется не формальное, а индивидуальное и коллективное подведение итогов и оценка успехов учащихся.

#### **Дидактические материалы предназначены для выполнения практических работ учащихся:**

1. Электронные образовательные ресурсы:
  1. компьютерные презентации, разработанные педагогом, по темам программы;
  2. учебные материалы на портале Arduino.cc;
  3. материалы для быстрого начала работы с Unity PRO;
  4. электронные документы с описанием требований к каждому из заданий.
2. Учебные и методические пособия:
  1. Онуфриев В. А. Проектирование интеллектуальных систем управления : учеб. пособие / В. А. Онуфриев. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 132 с.
  2. Давыдов В.Г. Автоматизированные системы комплексного мониторинга и управления технологическими процессами: учеб. пособие / В. Г. Давыдов, В. Н. Хохловский. – СПб.: Политех-Пресс, 2019. – 65 с.
3. Техническая документация и инструкции по продуктам (промышленное оборудование, ПЛК, микроконтроллеры).
4. Учебные видеоматериалы по работе с микроконтроллерами и микропроцессорами на интернет-ресурсе YouTube, в том числе по организации связи с программируемыми контроллерами.

### **ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА**

Воспитательная работа проводится на протяжении всего образовательного процесса. Воспитательная работа ориентирована на создание целостной среды становления и развития личности ребенка, освоения им социокультурных ценностей как осознанной способности личности к самоопределению и самообразованию. Основные направления воспитательной работы:

- создание условий для обеспечения роста социальной зрелости выпускников, их готовности к жизненному самоопределению;
  - оптимизация системы работы по выявлению способных и талантливых детей и их поддержка;
  - формирование единого информационного пространства для обеспечения процесса воспитания, усиление на этой основе взаимодействия всех участников образовательного процесса (педагог – обучающийся– родитель);
  - снижение уровня асоциальных проявлений среди учащихся.
- Обучающиеся принимают участие в мероприятиях программы «Я-Дворцовец».



## План воспитательной работы

№	Дата	Мероприятие
1	Сентябрь	Родительское собрание.
2	Еженедельно	Встречи с родителями детей и их законными представителями
3	По мере необходимости	Профилактика асоциального поведения учащихся.
4	Сентябрь	Беседа о начале блокады г. Ленинграда в годы ВОВ 1941-1945гг.
5	Октябрь	«Здравствуй, сказочный Дворец!» для обучающихся 1 года обучения по программе «Я - Дворцовец»
6	Декабрь	Открытые занятия для родителей
7	Январь	Беседа о полном снятии блокады в г. Ленинграде в годы ВОВ 1941-1945гг.
8	Январь	Участие в Городской Акции «Свеча памяти» по программе «Я - Дворцовец».
9	Май	Беседа о Победе в ВОВ 1941-1945гг.
10	Май	Итоговое родительское собрание

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

### Список литературы для педагога

- Пупена А.Н, Эльперин И.В. UNITY PRO – быстрый старт, электронный ресурс : <https://ru.b-ok2.org/book/3187063/60b273>
- Ковалевский В.Э., Онуфриев В.А. Мультиагентные алгоритмы согласования ключевых показателей эффективности предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2019. Т. 12, № 3. С. 67–80. DOI: 10.18721/JCSTCS.12306 (электронный ресурс: <https://infocom.spbstu.ru/article/2019.62.6/>)
- Онуфриев В. А. Проектирование интеллектуальных систем управления : учеб. пособие / В. А. Онуфриев. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 132 с.

### Список литературы для учащихся и родителей

- Онуфриев В. А. Проектирование интеллектуальных систем управления : учеб. пособие / В. А. Онуфриев. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 132 с.
- Пупена А.Н, Эльперин И.В. UNITY PRO – быстрый старт, электронный ресурс: <https://ru.b-ok2.org/book/3187063/60b273>
- Давыдов В.Г. Автоматизированные системы комплексного мониторинга и управления технологическими процессами: учеб. пособие / В. Г. Давыдов, В. Н. Хохловский. – СПб.: Политех-Пресс, 2019. – 65 с.
- Ковалевский В.Э., Онуфриев В.А. Мультиагентные алгоритмы согласования ключевых показателей эффективности предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2019. Т. 12, № 3. С. 67–80. DOI: 10.18721/JCSTCS.12306 (электронный ресурс: <https://infocom.spbstu.ru/article/2019.62.6/>)

### Интернет-источники

- Language Reference for Arduino, электронный ресурс: <https://www.arduino.cc/reference/en/>



**Опись Учебно-методического комплекса к  
дополнительной общеобразовательной программе  
«Киберфизические системы»**

Авторы – составители: пдо Онуфриев В.А., методист Миронова Т.С.

<b>Направленность</b>	Техническая			
<b>Продолжительность освоения</b>	1 год			
<b>Возраст детей</b>	14-17 лет			
<b>Нормативное обеспечение</b>	<p>Образовательная программа Рабочая программа План воспитательной работы (план мероприятий) Инструкции по технике безопасности Нормативная документация: <a href="#">Федеральный закон Российской Федерации №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012</a> <a href="#">Концепция развития дополнительного образования детей в Российской Федерации</a> Распоряжение Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р <a href="#">Стратегия развития системы образования Санкт-Петербурга на 2011–2020 гг. «Петербургская Школа 2020»</a> // Совет по образовательной политике Комитета по образованию Правительства Санкт-Петербурга, 2010 <a href="#">Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года</a> // Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 №996-р <a href="#">Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательной организации дополнительного образования детей"</a> // Постановление Главного санитарного врача РФ от 04.07.2014 №41 Об утверждении Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ в государственных образовательных организациях Санкт-Петербурга, находящихся в ведении Комитета по образованию от 01.03.2017 г. №617-Р Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 г. № 196 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам"</p>			
<b>Разделы / темы дополнительной общеобразовательной программы</b>	<b>Учебно-методические пособия для педагогов</b>	<b>Учебно-методические пособия для детей</b>	<b>Диагностические и контрольные материалы</b>	<b>Средства обучения</b>
<b>Вводное занятие</b>	- Инструкции по ТБ - Тематическая подборка лекционного материала по основным разделам программы	- Тематическая подборка справочных материалов по основным разделам программы - Тематическая подборка профильных информационных ресурсов	- Фронтальный опрос с целью выявления общего уровня подготовки обучающихся -	Списки литературы по теме Доска, ноутбук, проектор
<b>Введение в киберфизические системы</b>	Тематическая подборка лекционного материала о КФС		Фронтальный опрос по теме	Доска, ноутбук, проектор (технические)



Аппаратные средства КФС	Тематическая подборка лекционного материала о КФС			Доска, ноутбук, проектор (технические), лабораторное оборудование (сборочные линии, станции)
Программируемые логические контроллеры	Тематическая подборка лекционного материала о логических контроллерах	Пупена А.Н, Эльперин И.В. UNITY PRO – быстрый старт, электронный ресурс: <a href="https://ru.book2.org/book/3187063/60b273">https://ru.book2.org/book/3187063/60b273</a> Давыдов В.Г. Автоматизированные системы комплексного мониторинга и управления технологическими процессами: учеб. пособие / В. Г. Давыдов, В. Н. Хохловский. – СПб.: Политех-Пресс, 2019. – 65 с.	информационная карта "Оценка результативности образовательного процесса"	Доска, ноутбук, проектор (технические), лабораторное оборудование (программируемые логические контроллеры)
Микроконтроллеры (МК) и микропроцессоры (МП)	Тематическая подборка лекционного материала о МК и МП	Language Reference for Arduino, электронный ресурс: <a href="https://www.arduino.cc/reference/en/">https://www.arduino.cc/reference/en/</a>	информационная карта "Оценка результативности образовательного процесса"	Доска, ноутбук, проектор (технические), лабораторное оборудование (микроконтроллеры)
Математические модели	Тематическая подборка лекционного материала о ММ		информационная карта "Оценка результативности образовательного процесса"	Доска, ноутбук, проектор (технические), персональные компьютеры
Инициация индивидуального проекта учащегося		Тематическая подборка справочных материалов Рекомендации по оформлению проекта	Обсуждение, обоснование выбора, план работы	Групповое обсуждение
Мультиагентные системы управления	Тематическая подборка лекционного материала о МСУ		информационная карта «Оценка результативности образовательного процесса»	Доска, ноутбук, проектор (технические), лабораторное оборудование (микроконтроллеры)
Интеллектуальные системы	Онуфриев В. А. Проектирование интеллектуальных систем управления : учеб. пособие / В. А. Онуфриев. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 132 с.	Онуфриев В. А. Проектирование интеллектуальных систем управления : учеб. пособие / В. А. Онуфриев. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 132 с.	информационная карта «Оценка результативности образовательного процесса»	Доска, ноутбук, проектор (технические), лабораторное оборудование (микроконтроллеры)
Финализация и оформление проекта учащегося		Рекомендации по презентации и защите проекта	Карта оценка результативности выполнения собственного проекта	Презентация итоговых проектов
Итоговое занятие		Конспекты занятий	информационная карта "Итоговая оценка результативности образовательного процесса"	Доска, ноутбук, проектор (технические)