

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Инженерно-конструкторское направление.**  
**Инженерно-конструкторский профиль.**  
**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

---

### **1. Формулировка задачи (условия)**

Интернет вещей и распределенные сети сенсорных устройств стабильно набирают популярность, за счет перспективных применений в самых различных областях жизни от сельского хозяйства до промышленных объектов и умных домов. Основное предназначение распределенных сетей - объединение и обмен данными между сенсорами и исполнительными устройствами. Подобные распределенные сети могут быть как изолированными, так и отправлять информацию или управляться через сеть интернет.

В рамках задания предлагается разработать систему сенсорных и исполнительных устройств для организации контроля климатом в теплице. Основная задача при реализации сети - обеспечить объединение устройств, работающих по беспроводному каналу в одну сеть. При реализации задания предлагается спроектировать устройства собирающие данные о внешней среде и исполнительные устройства, позволяющие поддерживать заданные климатические условия. Также необходимо предусмотреть одно устройство, выступающее в роли шлюза для обмена информацией с пользователем или со сторонними программными решениями.

### **2. Требования к продукту (регламент, ТЗ)**

Необходимо разработать систему для управления климатом в теплице, состоящую из следующих устройств:

- Сенсорные:
  - датчик влажность почвы – не менее 2 шт;
  - датчик температуры воздуха – не менее 2 шт;
  - датчик влажности воздуха – не менее 2 шт;
  - датчик уровня воды для полива – не менее 1 шт.

Допускается объединение не более 3-х различных датчиков на одном контроллере. Не допускается объединение двух и более датчиков одного типа на одном контроллере. Питание сенсорных устройств должно осуществляться от аккумуляторных батарей.

- Исполнительные:
  - механизм открывания форточки - не менее 1 шт;
  - механизм полива почвы – не менее 1 шт;
  - увлажнитель воздуха – не менее 1 шт.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

Допускается объединение не более 2-ух устройств на одном контроллере. Питание исполнительных устройств может осуществляться от электрической сети.

- Агрегирующее устройство (Шлюз) - 1 шт.

Рекомендуется предусмотреть человеко-машинный интерфейс (ЧМИ), позволяющий просматривать данные системы:

- измеряемые показания по каждому из датчиков;
- усредненное показание измеряемых параметров - среднее арифметическое значение соответствующих датчиков: температура воздуха, влажность почвы;
- информация о состоянии исполнительных устройств;
- сервисная информация системы: ошибки, предупреждения, статусы датчиков.

Все устройства должны быть выполнены в виде законченного беспроводного устройства, объединены в одну сеть с помощью беспроводной радиосвязи (Wi-fi, NRF, Zigbee, Z-Wave и т.п.).

В системе должны присутствовать следующие зависимости:

№	Внешний фактор	Действия исполнительного устройства
1	Средняя температура воздуха, измеренная не менее чем 2-мя датчиками, более заданного значения.	Открыть форточку
	Средняя температура воздуха, измеренная не менее чем 2-мя датчиками, менее заданного значения.	Закрыть форточку
2	Средняя относительная влажность воздуха, измеренная не менее чем 2-мя датчиками, менее заданного значения	Включить увлажнитель воздуха на 20 секунд
3	Средняя относительная влажность почвы, измеренная не менее 2-мя датчикам менее заданного значения	Включить полив почвы на 10 секунд
4	Уровень воды в емкости для полива меньше заданного уровня	Передать предупреждение на агрегирующее устройство

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

5	Выход из строя одного из датчиков влажности почвы	Передать предупреждение на агрегирующее устройство
---	---	--

При демонстрации работы системы разработчики называют текущие заданные значения температуры, влажности и уровня воды.

Конструктивные требования к механизму открывания форточки:

- Привод для открывания форточки может быть реализован в виде отдельного элемента или быть встроен в макет теплицы.
- При конструировании привода открытия форточки не допускается использование готовых решений.
- Для демонстрации работы механизма следует изготовить стенд в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1. Стенд должен иметь основание (Обозначено серым), достаточное для обеспечения устойчивости механизма. Окружностью красного цвета обозначена петля, обеспечивающая связь между основанием и подвижным элементом, имитирующим открываемую форточку. Длина подвижного элемента должна быть не менее 300мм. На конце элемента необходимо закрепить груз массой 500 граммов, имитирующий вес форточки.
- Необходимо сконструировать привод любого вида, обеспечивающий перемещение подвижного элемента из положения 1 на углы 30, 45, 90, 110 градусов.
- В приводе должна быть предусмотрена защита от перегрузки (проверяется увеличением груза до 1 кг), обеспечивающая защиту электрической и механической части привода от поломки, при этом подвижный элемент открываться на угол больше чем 45 градусов не должен.
- В документации должна быть представлена 3D модель стенда и элементов привода, приведен расчет нагрузок для работающего привода и расчет предельных нагрузок для элементов защиты от перегрузки.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Инженерно-конструкторское направление.**  
**Инженерно-конструкторский профиль.**  
**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

---

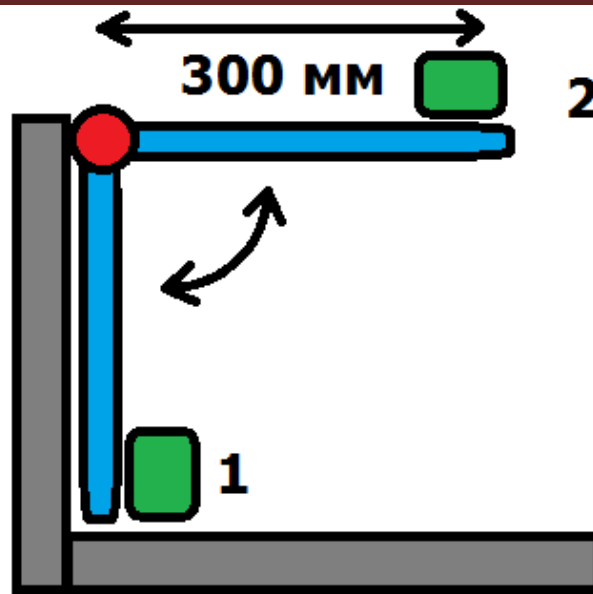


Рис. 1. Кинематическая схема стенда

### **Рекомендации**

Рекомендуется предусмотреть возможность автономной работы всей сети, в случае выхода из строя (выключения) агрегирующего устройства, т.е. сенсорные и исполнительные устройства должны иметь возможность осуществлять обмен информации между собой, минуя шлюз.

Рекомендуется предусмотреть возможность конфигурации значений температуры воздуха, влажности воздуха, влажности почвы и уровня воды для полива, при которых активируются исполнительные устройства.

Для упрощения процедуры оценки рекомендуется предусмотреть возможность демонстрации работы каждого сенсорного и исполнительного устройства в отдельности, вне системы.

Рекомендуется осуществить сборку всех устройств на одном макете. Габаритные размеры макета не должны превышать 100см\*100см.

Не рекомендуется использовать средства быстрого макетирования, такие как макетные платы, и т.п.

### **3. Порядок испытаний устройства**

Для демонстрации работы датчиков влажности почвы рекомендуется предусмотреть возможность использования емкости с почвой, объемом не менее 100мл.

Для демонстрации работы полива рекомендуется предусмотреть возможность использования емкостей с водой необходимого объема.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

---

1. Включение всех устройств.
2. Демонстрация зависимости состояния форточки от температуры воздуха.
3. Демонстрация зависимости состояния увлажнителя воздуха от влажности воздуха.
4. Демонстрация работы полива в зависимости от влажности почвы.
5. Демонстрация предупреждения об уровне воды в ёмкости вне требуемого диапазона.
6. Демонстрация предупреждения о выходе из строя беспроводного датчика влажности.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

---

**4. Рекомендованные материалы для выполнения**

- Детали корпусов и элементов устройств (корпус, кронштейны, приводы и др.) могут быть реализованы из любого конструктора или с помощью 3D-печати.
- Допускается использование отдельных узлов устройств. Не допускается использование готовых решений – функционально законченных модулей Ардуино, конструкторов легио, VEX и т.д.
- Основание стенда может быть реализовано из любых жёстких листовых материалов. Элементы на стенде могут быть реализованы с помощью 3D-печати.
- Одноплатный компьютер Raspberry Pi, ESP32, ESP8266, аппаратная платформа Arduino.
- Крепежные элементы (винты, болты, гайки и т.п.)
- Текстолит для печатных плат, хлорное железо и т.д.
- Механические системы, манипуляторы и т.д для исполнительных устройств.
- Сервоприводы, шаговые двигатели, ремни, актюаторы и т.д.
- Элемент питания - аккумуляторная батарея.
- Провода монтажные.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

---

**5. Требования к оформлению результатов решения кейсового задания**

---

1. Документация в обязательном порядке должна включать в себя:
  - a. Титульный лист (школа, авторы, название кейса, название команды, руководитель).
  - b. Цель и задачи работы.
  - c. Описание команды, распределение ролей, функций и обязанностей каждого участника команды.
  - d. Общее описание функций разработанного решения (теоретическое описание функций, которое реализует разработанное устройство).
  - e. Описание используемых аппаратных и программных узлов, модулей, фреймворков и других инструментов.
  - f. Функциональное описание разработанного решения в виде UML-диаграмм:
    - i. Диаграмма вариантов пользовательского взаимодействия с системой (use case diagram)
    - ii. Диаграмма автомата (state machine diagram)
    - iii. Диаграмма последовательности (sequence diagram)
    - iv. Диаграмма компонентов (component diagram)
  - g. Описание кинематической системы разработанного устройства в виде схемы, диаграмм, подробно описывавшие все аспекты кинематического движения, реализующегося во время функционирования устройства.
  - h. Скриншоты разработанных 3D-моделей (как системы в целом, так и отдельных ее частей), чертежи каждой отдельной части устройства, а также сборочный чертеж всего разработанного устройства. 3D-модели должны находиться в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
  - i. Описание электротехнической схемы разработанного устройства в виде электрической принципиальной схемы, монтажной схемы (при наличии разработанной топологии печатной платы).
  - j. Алгоритм работы разработанного программного обеспечения в виде блок-схем.
  - k. Код разработанного программного обеспечения. Должен быть представлен в виде ссылки на репозиторий проекта с кодом в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

## Инженерно-конструкторское направление.

### Инженерно-конструкторский профиль.

#### Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"

---

- l. Фотографии разработанного устройства и его составных частей. Также располагается в репозитории проекта в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- m. Видеоролик, демонстрирующий функционирование разработанного устройства в соответствии с регламентом испытаний. На видео необходимо продемонстрировать прохождение каждого, описанного в регламенте, испытаний в соответствии с условиями. При необходимости испытательный полигон подготавливается самостоятельно по предложенной к условию задачи схеме (при его наличии в ТЗ). Видео испытаний готового решения должно однозначно подтверждать авторство участников (во время записи ролика необходимо четко произнести название команды, ФИО участников, номер школы, ФИО руководителя). Видеоролик располагается в репозитории в системе контроля версий (может использоваться github, gitlab и др.)
- n. Заключение, результаты работы, анализ функционирования разработанного устройства, предложения по возможному улучшению устройства.
- o. Список литературных источников.

#### 6. Процедуры (этапы) решения

---

1. Анализ кейсового задания, формирование требований и ограничений к разрабатываемому устройству.
2. Анализ предметной области и инструментов для решения задачи.
3. Проектирование устройства (эскиз устройства, проектирование кинематической системы, UML-диаграммы).
4. Проектирование 3D-модели устройства, его составных частей и корпуса.
5. Проектирование электротехнической системы устройства.
6. Проектирование алгоритмов работы программного обеспечения.
7. Разработка кинематической, электротехнической систем устройства.
8. Разработка программного обеспечения.
9. Прототипирование, изготовление и сборка устройства.
10. Тестирование и отладка устройства.
11. Подготовка документации.



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Инженерно-конструкторское направление.**

**Инженерно-конструкторский профиль.**

**Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"**

---

**7. Требуемые знания для решения задачи**

1. Предметные (физика, информатика, математика).
2. Знание логики программирования на языках C-диалекта и навык разработки программного обеспечения.
3. Навыки работы с системами автоматизированного проектирования для 3D-моделирования и проектирования радиоэлектронных средств.
4. Навыки работы с микроконтроллерной техникой и периферийными устройствами, а также навыки монтажа электрических схем.
5. Навыки работы с системами контроля версий.
6. Навыки командой работы.
7. Навыки представления результатов работы.

# МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Инженерно-конструкторское направление.

Инженерно-конструкторский профиль.

Командный кейс №7 "Система управления климатом теплицы"

---

## 8. Материалы для подготовки

- Tinkercad — это бесплатное веб-приложение для 3D-проектирования, работы с электронными компонентами и написания программного кода. URL: <https://www.tinkercad.com/>
- TinkerCad создание схем и Arduino проектов. URL: <https://arduino-tex.ru/news/1/izuchaem-arduino-bez-arduino-c-pomoshchyu-tinkercad-i-ego-servisov.html>
- Моделирование на UML. URL: <http://book.uml3.ru/>
- Саймон Монк Мейкерство. Arduino и Raspberry Pi. Управление движением, светом и звуком: Пер. с англ. - СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 336 с.: ил.
- Саймон Монк Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами . - СПб.: Питер, 2017.
- Обучающие уроки и проекты для Arduino, ESP, Raspberry Pi. URL: <https://lesson.iarduino.ru>
- Raspberry GPIO. URL: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/raspberry-gpio/all>
- Петин В. А. Микрокомпьютеры Raspberry Pi. Практическое руководство. — СПб.: БХВ-Петербург, 2015. - 240 с.: ил. - (Электроника)
- OpenCV — библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом. URL: <https://opencv.org/>
- Instructables — это веб-сайт, специализирующийся на созданных и загруженных пользователями самостоятельных проектах URL: <https://www.instructables.com>
- Все о прототипировании. URL: <https://www.3dhubs.com/knowledge-base>
- База знаний Амперки: инструкции и подсказки по Arduino и Raspberry Pi, оригинальные проекты, схемы распиновки модулей и datasheet'ы, теория электричества для начинающих и другая полезная информация. URL: <http://wiki.amperka.ru/>
- T-FLEX CAD — российская система автоматизированного проектирования, объединяющая в себе параметрические возможности 2D и 3D моделирования со средствами создания и оформления чертежей и конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и зарубежными стандартами. URL: <https://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/>
- Программное обеспечение для 3D-моделирования и конструирования от Autodesk. URL: <https://www.autodesk.com/education/students>
- КОМПАС-3D – это российская система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. URL: <https://kompas.ru/solutions/education/>
- Система контроля версия GitHub. URL: <https://github.com/>
- Система контроля версия GitLab. URL: <https://about.gitlab.com/>
- Документация по GitHub. URL: <https://docs.github.com/ru/get-started/quickstart/hello-world>
- Towards Data Science. URL: <https://towardsdatascience.com/>
- Все об Арудино. URL: <https://cloud.arduino.cc/>
- Интернет вещей с ESP8266. URL: <https://radiosvat.ru/mikrokontrollery/108-internet-veschej-s-esp8266-file.html>
- Mesh сеть на ESP8266. URL: <https://voltiq.ru/esp-mesh-esp32-esp8266-painlessmesh/>
- Уроки Autodesk Inventor. URL: <https://autocad-lessons.com/inventor>
- Как работать в Autodesk Inventor. URL: <https://programmydlyacompa.ru/autodesk-inventor-kak-rabotat-v-programme-novichku-poshagovo-sapr/>