

Кружковое
движение

Исследование технологического-методического обеспечения кружков НТИ

2025

ББК 74

И88

УДК 374

Исследование технолого-методического обеспечения кружков НТИ : аналитический отчет / под ред. О.Е. Кусковой, П.А. Дятловой. — М.: Ассоциация участников технологических кружков, 2025. — 57 с.

ISBN 978-5-6053759-1-3

Аналитический отчет посвящен исследованию состояния и перспектив технолого-методического обеспечения кружков научно-технического творчества в России. Представлен обзор вовлеченности школьников в техническое и естественнонаучное дополнительное образование, анализ оснащенности кружков оборудованием и региональных различий в их развитии. Особое внимание уделено кружкам киберфизики и Национальной киберфизической платформе «Берлога» — описаны образовательные программы, методические материалы, полезные цифровые инструменты и наборы оборудования.

ISBN 978-5-6053759-1-3



© Ассоциация участников
технологических кружков, 2025

Содержание

Глава 1. Технологические кружки в России.....	3
Оснащение кружков для подготовки к технологическим соревнованиям	5
Глава 2. Технолого-методическое обеспечение кружков киберфизики	10
Оснащение кружков киберфизики.....	10
Образовательные и методические материалы	16
Турнир Юных Киберфизиков: оборудование и методика.....	21
Глава 3. Наборы для оснащения кружков киберфизики	25
Приложение А. Численность обучающихся по дополнительным общеобразовательным программам в 2024 году	48
Приложение Б. Количество персональных компьютеров и 3D-принтеров в организациях дополнительного образования детей в 2024 году	53

Глава 1. Технологические кружки в России

В 2024 году в Российской Федерации почти 3,9 млн обучающихся были вовлечены в дополнительное образование по техническим направлениям, и почти 3,8 млн по естественнонаучным направлениям¹. Распределение численности обучающихся неравномерно по регионам страны. Среди лидеров по числу участников кружков находятся Москва и Московская область, Самарская область, Краснодарский край, Республика Башкортостан и другие (см. рисунок 1 и Приложение А). Однако такие регионы как Чукотский а.о., Ненецкий а.о., Еврейская а.обл., Респ. Калмыкия, Магаданская обл., Респ. Алтай пока отстают в плане вовлечения обучающихся в научно-технические кружки (Приложение А).

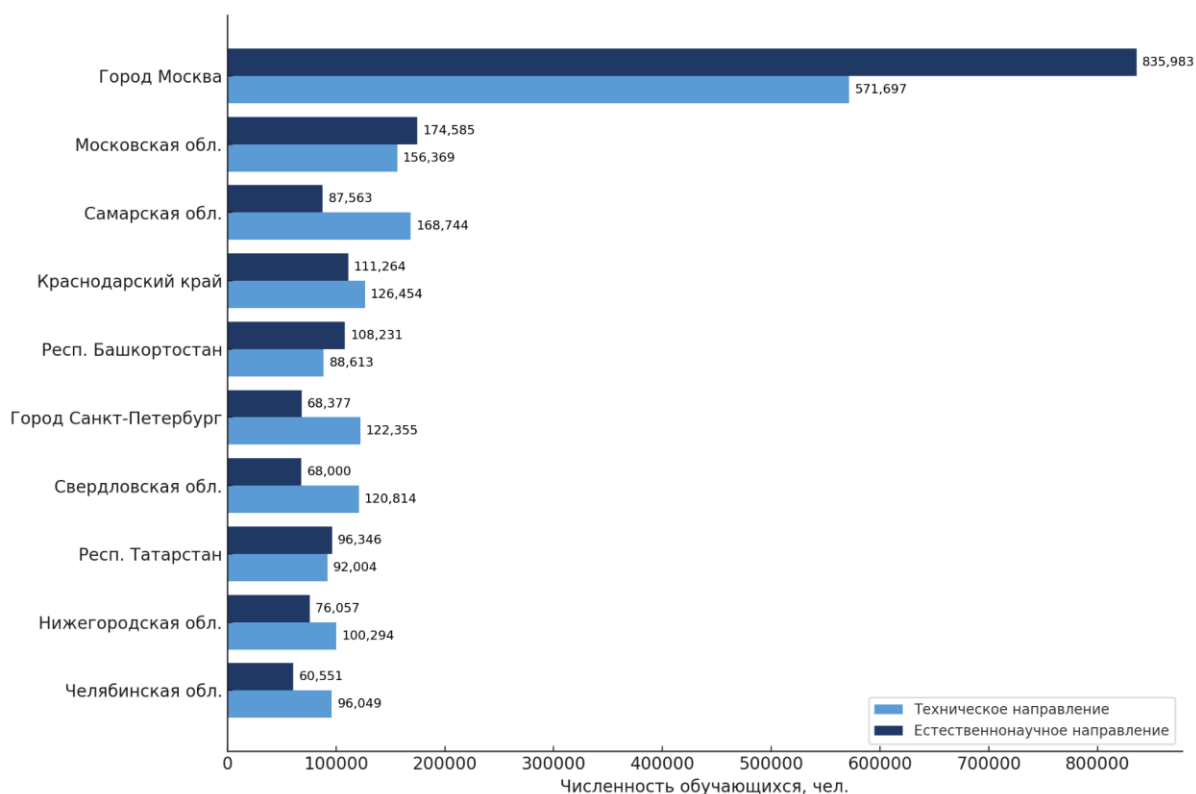


Рисунок 1. ТОП-10 регионов по численности обучающихся по техническим и естественнонаучным направлениям дополнительных общеобразовательных программ

Ориентация только на численность школьников, вовлеченных в сферу дополнительного технологического образования, не показывает уровень образования в регионе. Помимо доступности кружков, не меньшее значение имеет вопрос оснащённости оборудованием и методическими материалами. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики за 2024 год, даже самое базовое оснащение — персональные компьютеры любого типа (ПК, ноутбуки, планшеты и т.д.) — присутствуют не во всех кружках. Такие регионы как г. Москва, Свердловская область,

¹ Численность обучающихся по направлениям дополнительных общеобразовательных программ в 2024 году составила 3 868 463 человек - техническое направление, 3 759 176 - естественнонаучное направление. Источник: <https://rosstat.gov.ru/>.

г. Санкт-Петербург, Краснодарский край и Московская область являются лидерами по базовому оснащению кружков (рисунок 2). Тогда как Ненецкий и Чукотский а.о., Еврейская а.обл., Респ. Тыва и Ингушетия в настоящее время отстают по степени оснащения компьютерами (Приложение Б).

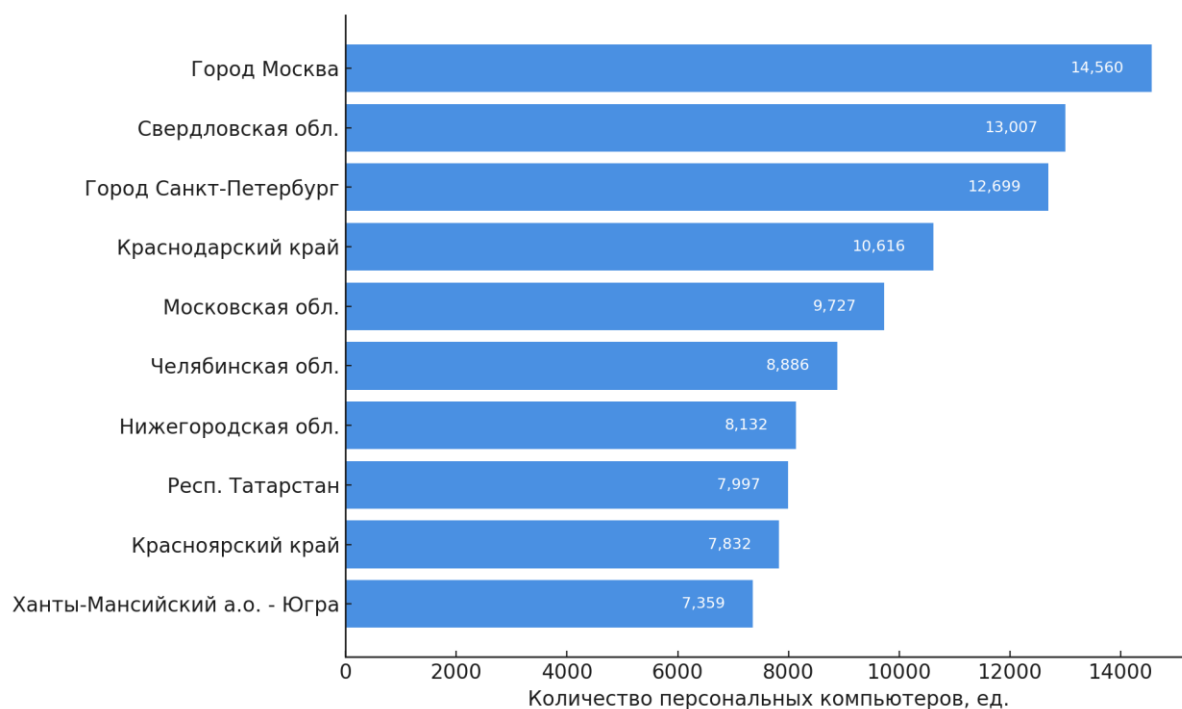


Рисунок 2. ТОП-10 регионов по оснащению кружков персональными компьютерами

Если говорить о более серьезной инженерной подготовке, кружкам необходимы конструкторы, оборудование для пайки и 3D-печати. Так, 3D-принтеры важны для подготовки к технологическим соревнованиям по многим направлениям. Однако их количество весьма ограничено во всех регионах страны. Среди лидеров по количеству 3D-принтеров находятся Респ. Северная Осетия-Алания, Челябинская, Свердловская области, г. Санкт-Петербург и Респ. Башкортостан (рисунок 3). Среди тех регионов, где пока оснащение оборудованием для 3D-печати недостаточно, Чукотский а.о., Респ. Тыва, Магаданская, Амурская, Тульская области и Респ. Марий Эл (Приложение Б).

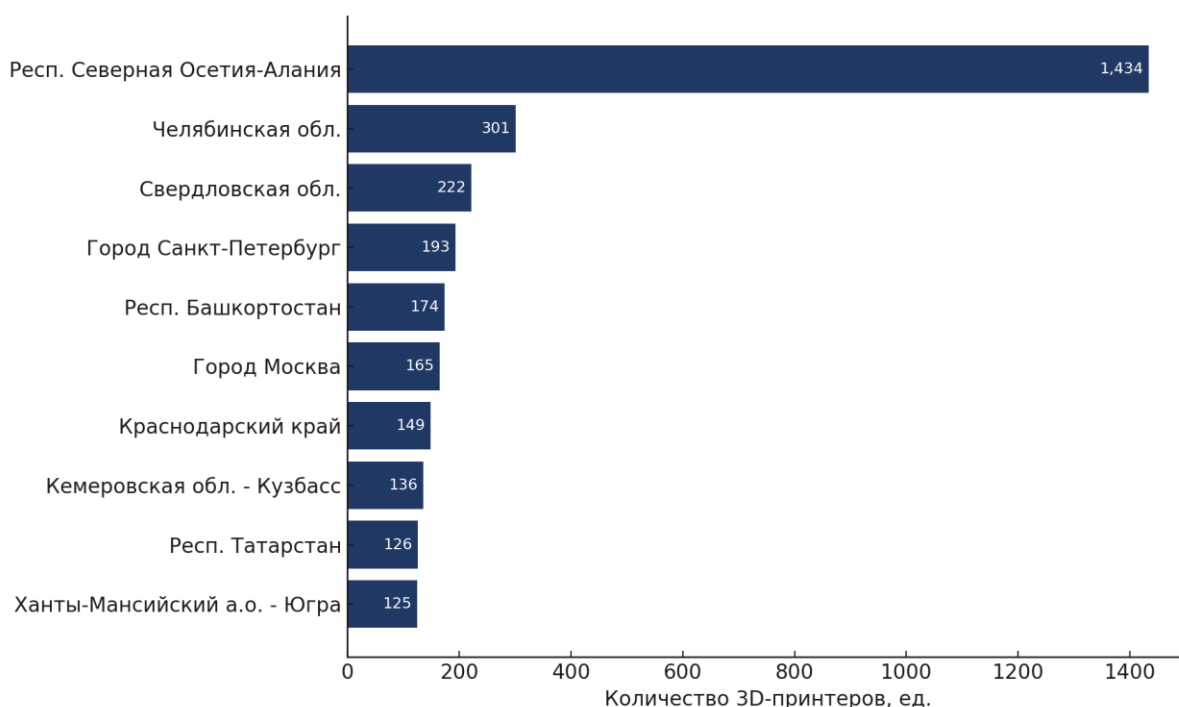


Рисунок 3. ТОП-10 регионов по оснащению кружков 3D-принтерами

Оснащение кружков для подготовки к технологическим соревнованиям

Исследование оснащённости технологических кружков проводилось на основе анализа заявок на Всероссийский конкурс кружков 2024 года². Конкурс проходил с октября 2024 по март 2025 года, в нём приняли участие 269 кружков из 58 регионов России. Наибольшее число участников представляли Новосибирскую область, г. Санкт-Петербург, Московскую область, Челябинскую область, г. Москва и Оренбургскую область. Участники Конкурса — это технологические кружки страны, которые по мере возможностей педагогов и обеспеченности технолого-методическими материалами занимаются подготовкой обучающихся к всевозможным соревнованиям и конкурсам. Соответственно, участники Конкурса представляют собой подходящий срез акторов в сфере дополнительного научно-технического образования для анализа ситуации с обеспеченностью оборудованием.

Участники Конкурса представляют кружки пяти тематических направлений: инженерные кружки, кружки по программированию, кружки по беспилотным авиационным системам (БАС), геймдев-кружки и кружки по киберфизике. Распределение участников неравномерно: большинство заявок на Конкурс поступило от инженерных кружков (рисунок 4).

² Подробнее о Всероссийском конкурсе кружков см. сайт Конкурса: <https://konkurs.kruzhok.org/>.

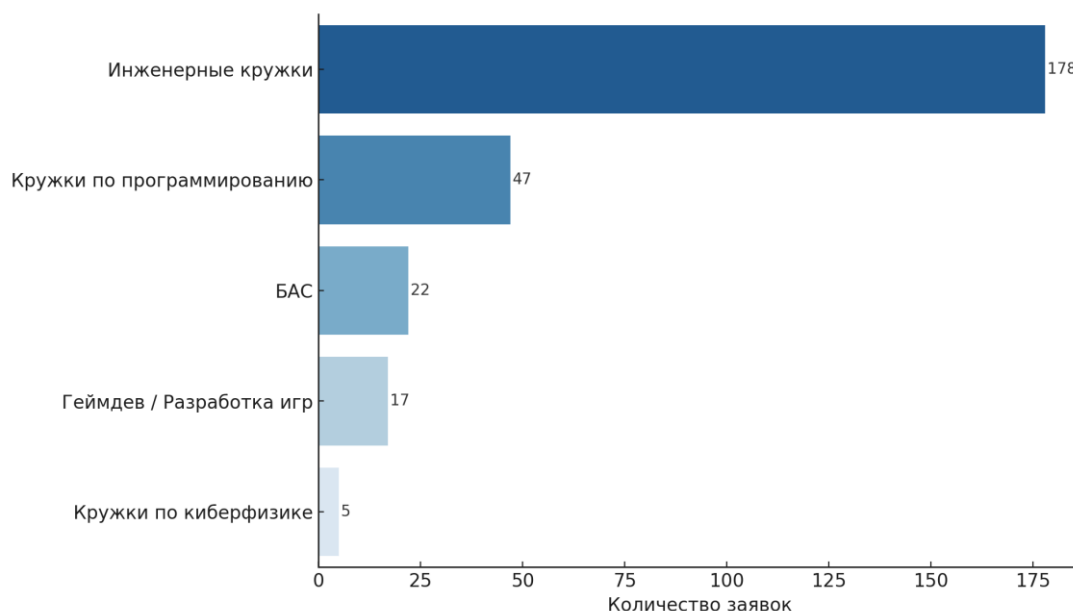


Рисунок 4. Тематические направления кружков-участников Всероссийского конкурса кружков 2024 г.

Результаты анализа заявок на Конкурс показывают, что технологические кружки оснащены оборудованием разных категорий (рисунок 5). Ключевыми категориями для кружков ожидаемо оказались:

1. Ноутбуки и компьютеры как основа для программирования и работы с контроллерами;
2. Принтеры, 3D-принтеры, паяльные станции — то есть инструменты для изготовления прототипов;
3. Платформы Arduino и робототехнические наборы как основа учебных и проектных активностей.

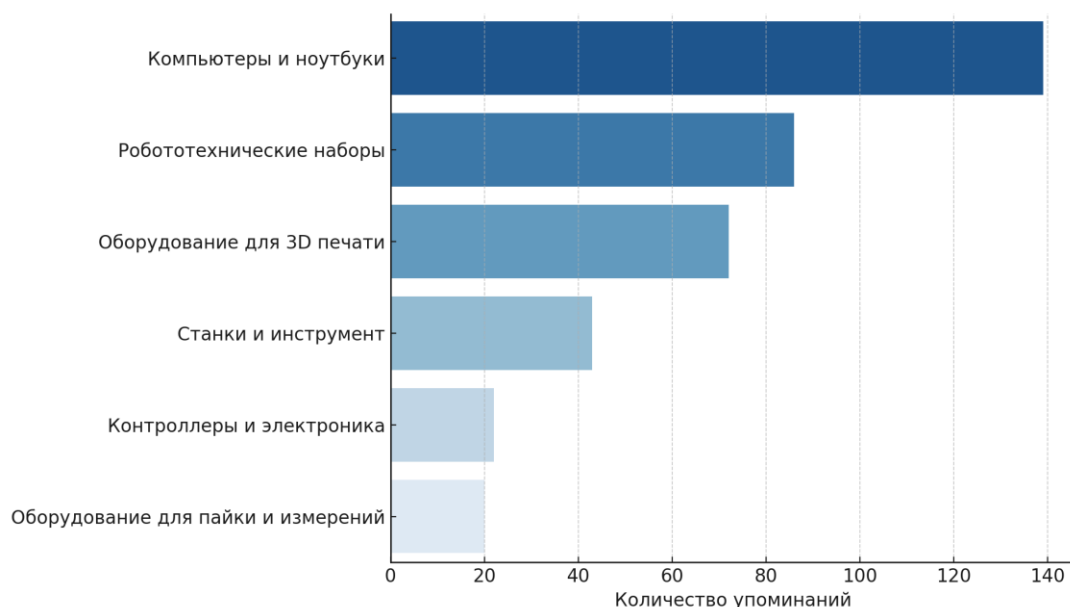


Рисунок 5. Наиболее значимое оборудование в технологических кружках: количество упоминаний в заявках на Всероссийский конкурс кружков 2024 г.

Разумеется, тематические направления кружков влияют на категории оборудования, наиболее значимые для каждой организации. Так, инженерные кружки активно применяют персональные компьютеры, робототехнические наборы, оборудование для 3D-печати и др. Тогда как кружки, занимающиеся разработкой игр, упоминают только персональные компьютеры и программное обеспечение в связи с особенностями самого направления. В этом смысле инженерные кружки — это наиболее комплексно оснащенные организации, которые используют все категории оборудования. Кружки по программированию и разработке игр — это почти исключительно «софтверные» направления. Тогда как кружки по робототехнике и прикладным направлениям (БАС) балансируют между аппаратными и цифровыми средствами.

Так как в Конкурсе кружков участвовали организации, активно занимающиеся подготовкой школьников к инженерным соревнованиям, больше трети кружков указали, что применяют в работе различные робототехнические наборы. Применение образовательных робототехнических наборов указывает на высокую вовлеченность кружков в практическую робототехнику, особенно в младших и средних возрастных группах.

Наиболее часто используемые робототехнические наборы:

- LEGO Mindstorms EV3 — безусловный лидер, упоминается чаще всего. Используется как в робототехнике начального уровня, так и на высоком, олимпиадном уровне.
- LEGO Education WeDo 2.0 — ориентирован на младшую возрастную группу.
- LEGO Spike Prime — активно набирает популярность в последние годы как более современная альтернатива EV3.

- VEX IQ — также популярен, особенно в кружках, ориентированных на международные соревнования и работу с инженерными компетенциями.
- Платформа Arduino.
- ТРИК, Амперка и другие отечественные наборы — применяются реже, чем наборы LEGO, но также набирают популярность.

В большинстве случаев кружки используют универсальные и хорошо поддерживаемые платформы, такие как LEGO и VEX. LEGO остается доминирующей экосистемой. Arduino и конструкторы на его базе занимают устойчивую нишу в старших возрастных категориях и инженерных кружках. Некоторые кружки упоминают смешанное применение оборудования, например, LEGO и Arduino, что говорит о гибридных подходах в обучении.

Отдельно кружки, участвовавшие в Конкурсе, указывали, применяют ли они оборудование для подготовки к Национальной технологической олимпиаде (НТО).

Наиболее часто упоминаемое оборудование для подготовки к НТО:

- 3D-принтеры. Используются для прототипирования, изготовления корпусов, деталей и моделей. 3D-принтеры — это универсальный инструмент для команд, работающих с механикой, робототехникой и инженерным дизайном.
- Паяльные станции и паяльники. Необходимы для подготовки к участию в треках олимпиады, связанных с электроникой, робототехникой, разработкой контроллеров. Часто сопровождаются мультиметрами и осциллографами.
- Arduino и совместимые контроллеры. Применяются в задачах автоматизации, управления исполнительными механизмами, прототипирования управляющих систем.
- Робототехнические платформы. Упоминаются конкретные наборы — LEGO Mindstorms, VEX IQ, ТРИК, а также конструкторы на Arduino. Используются для отработки задач по мехатронике и программированию.
- Оборудование для 3D-моделирования и его программное обеспечение. Упоминаются CAD-системы и ПО для подготовки моделей, в том числе Fusion 360, SolidWorks и аналоги.
- Инструменты для работы с металлом и пластиком. В некоторых случаях указываются лазерные резак, фрезеры с ЧПУ, граверы, что указывает на более продвинутые мастерские.

Таким образом, для подготовки к НТО кружки активно используют:

1. оборудование для сборки прототипов (3D-принтеры, лазерные резак);
2. электронику (паяльники, Arduino, измерительное оборудование);
3. робототехнику (LEGO, VEX, ТРИК).

Применение этого оборудования говорит о высоком уровне практико-ориентированного подхода и ориентации кружков на инженерные компетенции. Однако не все кружки

оснащены оборудованием и методическими материалами для подготовки к НТО: среди участников Всероссийского конкурса кружков только 35% организаций обозначают такую подготовку. Среди регионов лидерами по оснащению кружков материалами и оборудованием для подготовки к НТО являются г. Санкт-Петербург, Ханты-Мансийский а.о. – Югра, Краснодарский край и Новосибирская обл.

Среди категорий оборудования, которого кружкам в значительной мере недостает, упоминаются следующие (рисунок 6):

- Робототехнические наборы (LEGO, VEX и др.) — особенно важны для кружков, работающих с младшими и средними возрастными группами.
- Ноутбуки и компьютеры — несмотря на массовость, все еще остаются дефицитными.
- 3D-принтеры — чаще всего упоминаются как необходимое, но отсутствующее.
- Лазерные станки и фрезеры — высокотехнологичное, дорогостоящее оборудование.
- Паяльные станции и паяльники — базовое средство для электроники, но не у всех есть.

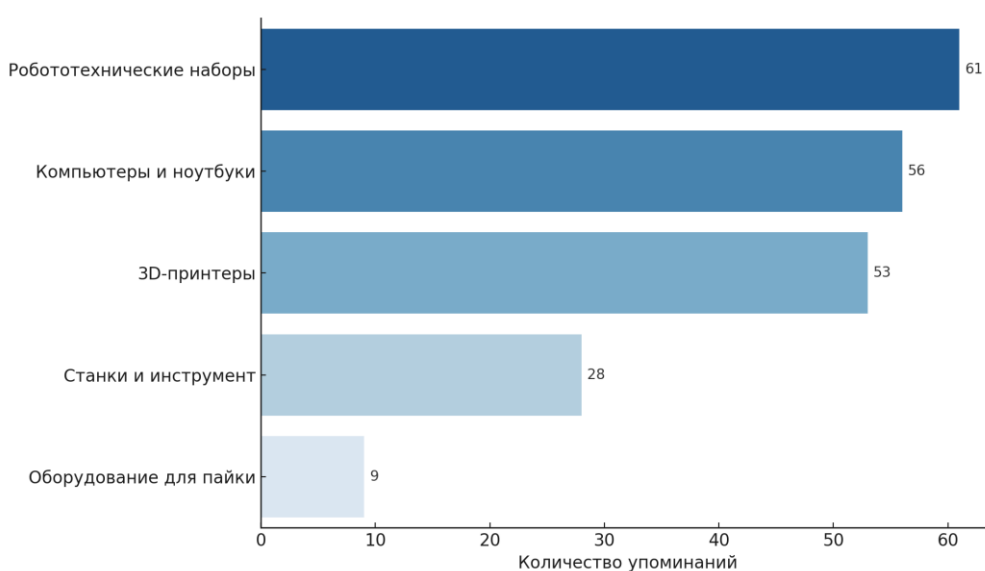


Рисунок 6. Категории недостающего оборудования в кружках-участниках Всероссийского конкурса кружков 2024 г.

Глава 2. Технологическое обеспечение кружков киберфизики

Кружки киберфизики — это кружки для обучающихся 5–11 классов по тематикам Национальной киберфизической платформы «Берлога», в которых школьники обучаются пониманию устройства киберфизических систем и включаются в их проектирование и разработку компонентов систем. При занятиях в кружке у школьников появляется возможность соединить физику, математику и информатику через деятельность. Обучающиеся должны иметь возможность готовиться и участвовать в технологических соревнованиях в области киберфизики. Оснащение кружка должно позволять проводить регулярные занятия по образовательным программам, инженерные соревнования внутри организации.

Для старта реализации кружков достаточно иметь компьютерный класс, но по ходу усложнения деятельности потребуется регулярное наращивание оборудования.

Оснащение кружков киберфизики

В таблицах ниже представлен перечень существующих в экосистеме Кружкового движения программ и наборов оборудования, которые могут быть полезны для организации регулярных занятий по образовательным программам, подготовке к региональным и федеральным инженерным соревнованиям, а также турниров внутри образовательного учреждения.

Бесплатные полезные видеоигры

Название	Описание	Ссылка
Берлога: Защита пачеки	Стратегия в жанре «защита башен», в которой участникам предстоит программировать дронов-защитников и спасти ценный энергомед. Игра является стартом для освоения программирования киберфизических систем и доступна на ПК Windows, Linux, а также планшетах и смартфонах Android.	https://platform.kruzhok.org/apiary
Академия дронов	Симулятор управления квадрокоптером на планетах мира Берлоги. Игра позволяет не только освоить и тренировать навыки пилотирования, но также знакомит с разнообразием гражданских миссий. Доступна на ПК Windows с клавиатурой или джойстиком.	https://platform.kruzhok.org/academy/drone

Название	Описание	Ссылка
Журнал капитана Тундры	Просветительская игра про приключения в подростков-космонавтов во время школьной экспедиции в жанре визуальной новеллы. Игра знакомит с различными задачами и профессиями, актуальными в космосе (программист, конструктор, биоинженер) и является хорошей основой для обсуждения работы в команде и движения к своей мечте. Доступна для игры в браузере онлайн.	https://platform.kruzhok.org/captain/tundra
Берлога: эволюция	Игра-симулятор эволюции, в которой вы будете управлять своим видом в чужой среде, чтобы выжить и эволюционировать. Доступна на ПК Windows, Linux.	https://vkplay.ru/play/game/berloga-evolution/
Тайна пропавшего меда	Интерактивная сказка для детей 2–6 лет. Жизнь малышки Леры на планете Берлога шла своим чередом, пока в комнату не вошла рассерженная мама. Собери роботёнка и используй его подсказки, чтобы раскрыть тайну пропавшего мёда. Доступна на планшетах и смартфонах Android.	https://www.rustore.ru/catalog/app/org.kruzhok.missinghoneystory
Стажировка на Тетисе	Сложности с пониманием генетики? Отправляйся на Тетис — планету вечного моря, — чтобы изучить азы скрещивания на подводных обитателях, а также больше узнать об их удивительном мире! Доступна на ПК Windows.	https://vkplay.ru/play/game/berloga-stazhirovka-na-tetise/
Элемент Арно	Используй карты химических элементов и соединений, чтобы побеждать соперников и двигаться вперёд! Доступна на ПК Windows, а также планшетах и смартфонах Android.	https://www.rustore.ru/catalog/app/com.Mors.Berloga_elementArno
Алтай Кодмастер	Стажёр Алтай с его помощниками дроном и копилотом должны перезагрузить северный аэродром и спасти планету-пасеку от нашествия киберос. Спин-офф флагманской полезной игры «Берлога: Защита пасеки» (№1 VK Play в жанре «Защита башен»). Доступна на ПК Windows.	https://vkplay.ru/play/game/berloga-altaj-kodmaster/

Название	Описание	Ссылка
Космическая доставка	Доставляйте жизненно важные грузы, запчасти и медикаменты, справляясь с гравитацией отдалённых обитаемых планет: Берлоги, Цетоса и Тетиса. Доступна для игры в браузере онлайн.	https://cosmoexpress.kruzhok.org/
Мини-игры «Берлога»	Мини-игры разработаны школьниками и студентами в рамках НТО, Всероссийского конкурса разработчиков игр с VK Play, Всероссийского конкурса «Начни игру» и других конкурсов. На сайте можно оценить мини-игры и дать обратную связь разработчикам. Полезны для разбора игр, сделанных другими командами, если начинаете делать свою.	https://platform.kruzhok.org/mini-games

Бесплатные инструменты разработки

Название	Описание	Ссылка
Cyberiada IDE	Среда разработки с открытым исходным кодом, которая позволяет редактировать программы расширенных иерархических состояний и генерировать на их основе исходный код, чтобы прошивать популярные контроллеры, такие как Arduino.	https://disk.yandex.ru/d/K0eCiiO-JQqI3w
Blender	Программное обеспечение для создание трехмерной графики. С его помощью можно моделировать, текстурировать, анимировать объекты, которые потом можно будет добавить в свою видеоигру.	https://www.blender.org/download/

Базовые наборы для оснащения кружка юных техников³

Название	Описание
Стартовая «Коробка юнтех»	С помощью набора можно вести программу дополнительного образования, рассчитанную на 1-2 учебных года, в ходе которой школьники соберут 64 мини-проекта, начиная с 6 простых без программирования, 20 простых с программированием и 38 сложных, где они освоят контроллеры Arduino, научатся программировать

³ Подробнее - см. главу 3 данного отчета «Наборы для оснащения кружков киберфизики».

Название	Описание
	микроконтроллеры, работать с кнопками, датчиками, светодиодами и создавать управляемые устройства и игры.
Продвинутая «Коробка юнтеха»	Продвинутый набор предназначен для инженерных соревнований и хакатонов юных техников, включая исследование и разработку научных проектов по физике, информатике и математике, а также для проведения просветительских мероприятий, игр и мастер-классов для школьников всех возрастов.

Базовые наборы для оснащения кружка киберфизики⁴

Название	Описание
Учебный комплект электроники	Современное образование требует сочетания теории и практики, что позволяет учащимся с помощью учебного комплекта электроники переходить от виртуального моделирования к созданию реальных устройств и развивать навыки работы с электроникой и схемотехникой.
Учебно-игровой набор «КиберМишка»	Комплект для формирования начальных навыков программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС) и сценарного способа мышления у школьников 5–7 классов.
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний»	Образовательный комплект, специализированный для быстрого перехода от начальных навыков программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС) к функциональному прототипированию приборов.

⁴ Подробнее - см. главу 3 данного отчета «Наборы для оснащения кружков киберфизики».

Название	Описание
Роботы для проведения состязаний по мотивам мобильной игры «Берлога: Защита пасеки»	Комплекс колесных роботов ориентирован на внедрение малой, ученической робототехники в качестве междисциплинарных учебных пособий по школьным предметам. Роботы достаточно точно позиционируются в специально ограниченном (игровом) пространстве и могут решать прикладные и игровые задачи, имитирующие реальные процессы. Они собраны из доступных комплектующих, продающихся в магазинах для радиолюбителей, используются только простые технологические процессы и материалы. Вы можете самостоятельно закупить необходимые комплектующие и вырезать детали корпуса на лазерном станке.
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика»	Образовательный комплект для проведения соревнований по киберфизике (раздел акустика). Комплект позволяет проводить инженерные соревнования и регулярные занятия в кружках.
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Путеводная-ИК»	Образовательный набор для обучения школьников использованию микропроцессорных комплексов для различных моделей и экспериментов в области электроники, автоматики, автоматизации процессов и робототехники.
Комплект для работы с БАС	Комплект для работы с БАС включает в себя не только сами летательные аппараты разных классов, но и оборудование для пилотирования, а также программное обеспечение.
Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»	Предназначен для обучения работе с аналоговыми и цифровыми сигналами, низкоуровневыми протоколами, современными системами кодирования. Стенд представляет собой программно-аппаратную платформу, осуществляющую оптомеханическую амплитудную и частотную модуляцию интенсивности оптического сигнала с аппаратным выводом данных.

Применимость наборов для проведения программ по тематическим направлениям Национальной киберфизической платформы «Берлога» (кружки киберфизики) представлена в таблице ниже.

Набор	Программирование киберфизических систем	Разработка игр	Киберфизическое приборостроение	БАС
Стартовая «Коробка юнтеха»	V		V	
Продвинутая «Коробка юнтеха»	V	V	V	V
Учебный комплект электроники	V	V	V	
Учебно-игровой набор «КиберМишка»	V		V	
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний»	V		V	
Роботы для проведения состязаний по мотивам мобильной игры «Берлога: Защита пасеки»	V			
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика»			V	
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Путеводная-ИК»	V	V		V
Комплект для работы с БАС				V
Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»			V	

Подробные инфраструктурные листы по каждому набору и рекомендуемое количество наборов на один кружок представлены в Главе 3 данного отчета.

Образовательные и методические материалы

В таблицах ниже представлены образовательные и методические материалы по тематическим направлениям технологических кружков, в т.ч. по направлениям НТО, НТО Junior и Национальной киберфизической платформы «Берлога».

Образовательные программы

Название	Описание	Ссылка
Программирование киберфизических систем	Набор рабочих программ дополнительного образования (72 а.ч., 144 а.ч.), обеспеченных методическими пособиями и материалами, а также модулями для внеурочных занятий по Информатике.	https://platform.kruzhok.org/programming
Разработка игр	Рабочая программа дополнительного образования (144 а.ч.), обеспеченная методическими пособиями и материалами.	https://disk.yandex.ru/i/GhvUjpEs7Y3IFQ
Киберфизическое приборостроение	Рабочая программа дополнительного образования (144 а.ч.), обеспеченная методическими пособиями и материалами, а также модулями для внеурочных занятий по Физике.	https://disk.yandex.ru/i/NVWeoVZjdcjooQ
Беспилотные авиационные системы	Набор модулей дополнительного образования, обеспеченных методическими пособиями и материалами.	https://platform.kruzhok.org/bas/course
Программирование в игре «Защите пасеки»	Образовательная программа, направленная на формирование первичных знаний в области программирования, алгоритмизации и моделирования в опоре на полезную видеоигру «Берлога: Защита пасеки».	https://platform.kruzhok.org/tpost/zinum6ehe1-programmirovanie-dlya-mobilnoi-igri-berl
Фиджитал-игры в контексте создания киберфизических систем	Рабочая программа дополнительного образования (72 а.ч.), обеспеченная методическими пособиями и материалами.	https://disk.yandex.ru/i/GhvUjpEs7Y3IFQ

Название	Описание	Ссылка
Образовательные программы профилей Национальной технологической олимпиады	Образовательные программы по направлениям: – Аэрокосмические системы – Автономные транспортные системы – Водные робототехнические системы – Геномное редактирование – Интеллектуальные робототехнические системы – Интеллектуальные робототехнические системы — материалы к задачам – Интеллектуальные энергетические системы – Летающая робототехника – Машинное обучение – Нейротехнологии и когнитивные науки – Технологии беспроводной связи	https://ntcontest.ru/mentors/education-programs/
Цифровой завод: технологии 3D-печати	Рабочая программа дополнительного образования (72 а.ч.). По результатам прохождения программы учащиеся узнают о разных подходах к 3D печати, нескольких способах получения 3D-моделей, создадут свои первые 3D-модели и напечатают их на 3D-принтере.	https://platform.kruzhok.org/tpost/5oy17g04e1-tsifrovoy-zavod-tehnologii-3d-pechati
Проектируя будущее. Колонизация	Примерная рабочая программа (68 а.ч.) по предмету «Технология». Вариативный модуль «Учебное проектирование. Проект «Колонизация»»	https://platform.kruzhok.org/tpost/5y8pk3ait1-proektiruya-budushee-kolonizatsiya
Алгоритмизация и программирование на C++ и основы ООП (на примере Linux и ОС Аврора)	Методическое пособие по алгоритмизации и программированию на C++ и основам ООП (на примере Linux и ОС Аврора)	https://platform.kruzhok.org/tpost/nhssbsc7a1-algoritmizatsiya-i-programmirovanie-na-s
Дизайн мобильных приложений в QML	Методические пособия по организации и проведению занятий по курсу «Дизайн мобильных приложений в QML».	https://platform.kruzhok.org/tpost/arv2e6l5i1-dizain-mobilnih-prilozhenii-v-qml

Мастер-классы по освоению технологий

Название	Описание	Ссылка
Урок Берлоги: знакомство с программированием в Берлоге	Сценарий мастер-класса для широкой аудитории знакомит с мобильной игрой «Берлога: Защита пасеки» и позволяет создать свою первую программу машин состояний, чтобы успешно пройти уровень игры.	https://platform.kruzhok.org/tpost/5srodei1t1-urok-berlogi-znakomstvo-s-programmirovan
Инструкция по программированию в игре «Берлога: Защита пасеки»	Листовка из четырех страниц А4, в которой описана логика программирования в игре «Берлога: Защита пасеки» и алгоритм создания двух программ в рамках мастер-класса.	https://disk.yandex.ru/i/1-gVF3Y_dAnXTQ
Вводный мастер-класс по ТЮК-Акустика	Получение первого опыта работы с технической системой, на примере ТЮК-Акустика: познакомиться с тем, что такое акустический сигнал, научиться формировать и обрабатывать сигналы.	https://files.polyus-nt.ru/tjc/ТЮК_Акустика_1_Быстрый_старт.pdf http://files.polyus-nt.ru/tjc/ТЮК_Акустика_1_Подготовительное_занятие.pdf
Основы схемотехники	Набор мастер-классов для начинающих, совершающих первые шаги в схемотехнике и цифровой электронике.	https://platform.kruzhok.org/tpost/axxie2oba1-osnovi-shemotehniki
Мастер-класс по технологиям и цифровой грамотности (ТехноГТО)		https://disk.yandex.ru/d/dr9CmcTWPNHtjQ

Инструкции по подготовке и проведению турниров

Название	Описание	Ссылка
Турнир юных киберфизиков. ИК-излучение	Материалы для проведения соревнований в рамках Турниров юных киберфизиков по направлению «ИК-излучение» на базе организации, а также для подготовки к всероссийскому турниру.	https://platform.kruzhok.org/tpost/eaok7iynv1-turnir-yunih-kiberfizikov-zadacha-po-ik
Турнир юных киберфизиков. Акустика	Материалы для проведения соревнований в рамках Турниров юных киберфизиков по направлению «Акустика» на базе организации, а также для подготовки к всероссийскому турниру.	https://platform.kruzhok.org/tpost/ck0j9m9ml1-turnir-yunih-kiberfizikov-zadacha-po-aku
Турнир по программированию в «Берлоге»	Материалы для проведения турнира по программированию в игре «Берлога: Защита пасеки» на базе организации, а также для подготовки к всероссийскому турниру.	https://disk.yandex.ru/d/pNDHlhoEH87XiQ
Прохождение испытаний ТехноГТО (очно)	Материалы для подготовки и проведения очного этапа ТехноГТО.	https://disk.yandex.ru/d/WqSI7xbI5JO8Hg
Прохождение испытаний ТехноГТО (цифра)	Материалы для подготовки и проведения онлайн-этапа ТехноГТО.	https://disk.yandex.ru/i/XhT7M2HxdNEtjw
Образовательные турниры БАС	Материалы для подготовки и проведения турниров по управлению квадрокоптерами.	https://disk.yandex.ru/d/CgNrhvoiLSZVAQ

Онлайн-курсы для школьников

Название	Описание	Ссылка
Разработка компьютерных игр (подготовка к НТО Junior 2024)	Онлайн-курс для начинающих разработчиков компьютерных игр, которые дает базовые знания и навыки различных аспектов создания игры	https://stepik.org/course/214348/

Профильные материалы про технологии

Название	Описание	Ссылка
Альманах киберфизики: Выпуск 1	Альманах киберфизики — ежегодное издание, посвященное технологиям киберфизических систем и образовательным методикам, позволяющим осваивать принципы управления человеко-машинными деятельностными системами.	https://journal.kruzhok.org/tpost/cfgv6yn3v1-almanah-kiberfiziki-vipusk-1
Основы событийного программирования и программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС)	В работе представлено краткое и доступное для начинающих введение в современную технологию разработки систем управления. Данная технология основана на создании и применении расширенных иерархических машин состояний, использующих методы событийного программирования. Работа в значительной степени опирается на публикации Miro Samek, в том числе, на краткое руководство по машинам состояний UML — «A Crash Course in UML State Machines», расширяя и дополняя его, а также адаптируя текст для восприятия начинающих.	https://journal.kruzhok.org/tpost/8ci7m845y1-osnovi-sobitiinogo-programmirovaniya-i-p
Полезные игры и польза игр	В данном экспертно-аналитическом докладе представлены результаты исследования сфер применения видеоигр в конструктивных, имеющих положительную ценность для общества целях. В докладе описывается феномен «полезных игр», который сегодня является одним из ключевых трендов научного исследования игр и развития игровой индустрии.	https://journal.kruzhok.org/tpost/mf7jymlmu1-poleznie-igri-i-polza-igr

Турнир Юных Киберфизиков: оборудование и методика

<https://tjc.polyus-nt.ru/>

Турниры Юных Киберфизиков (ТЮК) — это уникальный образовательный формат, направленный на развитие у школьников киберфизического мышления. В условиях командного соревнования участники решают задачи, моделирующие реальные инженерные сценарии: от работы с акустическими сигналами до программирования распределенных устройств. Методология ТЮК сочетает проектную деятельность, физику, программирование и системное мышление, обеспечивая глубинное понимание принципов работы современных технологий.

Соревнования строятся на решении инженерных задач, основанных на взаимодействии физических объектов и цифровых алгоритмов. Это соревнование не на знание формул, а на способность понять поведение системы, выдвинуть гипотезу и протестировать её в условиях неопределенности.

Каждый турнир предполагает участие команд из 2–3 человек. В основе соревнования — задача, которая ставит школьников перед вызовом реконструкции или разработки системы, функциональность которой скрыта.

Участникам необходимо:

- распознать принцип работы устройства
- построить физическую модель происходящего
- разработать алгоритм взаимодействия компонентов
- интерпретировать цифровые сигналы и экспериментальные данные
- защитить инженерное решение перед экспертами

Задачи часто интегрируются со школьным курсом физики (механика, акустика, электричество), но требуют выхода за рамки учебника — в область реального инженерного действия. Проектный подход позволяет участникам развивать навыки исследовательской деятельности, логики, технического анализа, а также умение работать в команде и вести аргументированную дискуссию.

Соревнования проводят как в очном формате (региональные и всероссийские этапы), так и в виде практикумов и инженерных интенсивов в кружках и школах, оснащенных соответствующими комплектами.

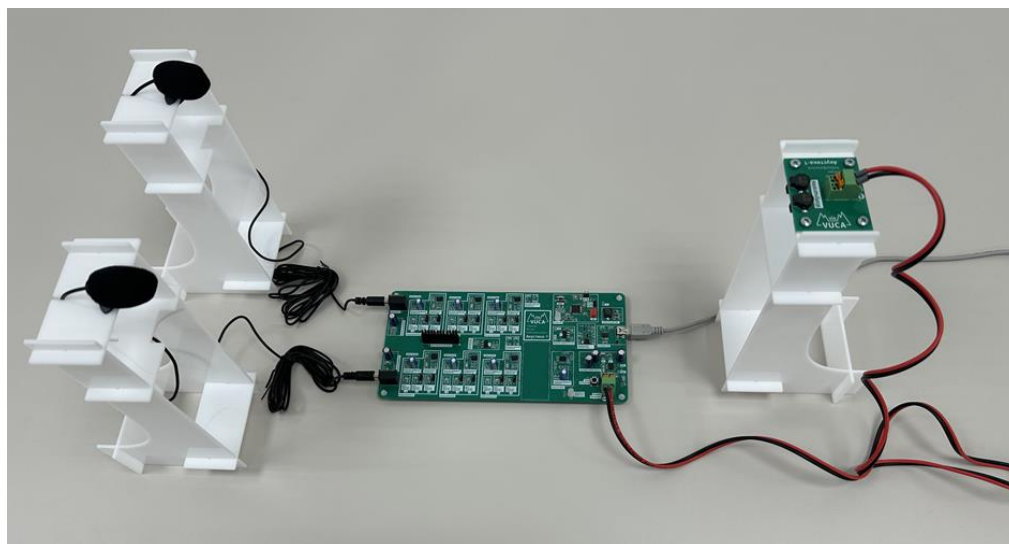
Пример задач и используемое оборудование

Турнир «Акустика»

Задачи турнира связаны с анализом акустических сигналов: участники изучают прохождение звуковых волн, модуляцию сигналов, взаимодействие источников и приёмников.

Команды используют специальный комплект, включающий:

- плату «Акустика-1» — основной измерительный модуль, принимающий сигналы от двух микрофонов;
- плату звукоизлучателя — задаёт акустические импульсы;
- микрофоны и стойки — позволяют моделировать пространственные задачи и проводить измерения;
- программное обеспечение «Акустика-1» — интерфейс для регистрации и анализа сигналов;
- кабели и подставки, — необходимые для настройки лабораторного стенда.



Участники собирают экспериментальную установку, анализируют задержки сигнала, исследуют характеристики распространения звука и восстанавливают структуру системы на основе полученных данных. Важной частью процесса является калибровка оборудования и интерпретация графиков, что сближает практику турнира с настоящей инженерной диагностикой.

Задачи ориентированы на понимание работы с аналоговыми и цифровыми сигналами, исследование канала связи, разбор различных видов модуляции и устойчивость к помехам.

Турнир «Машины состояний. Базовый»

Этот трек соревнований посвящен распределенным системам, построенным на парадигме расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС). Участники учатся проектировать поведение устройств, реагирующих на внешние события и взаимодействующих друг с другом в рамках общей логики.

Комплект «МС-ТЮК» содержит:

- центральную плату с микроконтроллером STM32, USB-интерфейсом и отладочными средствами
- модули расширения: «Кнопочница» (ввод), «Матрица» и «Лампочница» (вывод), «Инжектор питания»
- наборы компонентов и инструментов — светодиоды, кнопки, фотодатчики, провода, крепежи
- среду разработки «Кибериада» — визуальный интерфейс для программирования логики устройств на языке состояний



Методика акцентирует внимание на распределенности и событийности: микроконтроллеры взаимодействуют напрямую, без участия центрального процессора. Это позволяет строить реалтайм-системы с высокой отказоустойчивостью и низким энергопотреблением — ключевыми характеристиками в мире Интернета вещей.

Задачи включают разработку системы сигнализации, реактивной игрушки, автоматизированного интерфейса. Участники изучают архитектуру систем, монтируют и программируют свои устройства, получают практический опыт работы с микроконтроллерами и цифровыми шинами связи.

Комплект педагога: поддержка методического сопровождения

Для качественной подготовки к турнирам и интеграции киберфизических практик в кружковую деятельность предусмотрен Комплект педагога, который служит неотъемлемой частью образовательной инфраструктуры ТЮК.

Комплект включает:

- инструменты — стриппер, пресс-клещи, бокорезы, необходимые для сборки, пайки и настройки оборудования;
- расходные материалы — термоусадочные трубки, клеммники, провода сечения 0,75 мм, НШВИ и пр., позволяющие быстро собирать макеты и устранять технические неисправности в процессе работы;
- зарядное устройство — адаптер для питания компонентов, что особенно актуально для очных этапов и инженерных интенсивов.

Комплект педагога позволяет:

- оперативно организовать инженерную площадку;
- поддерживать работу нескольких команд одновременно;
- дооснастить или адаптировать оборудование под задачи расширенного тура или мастер-класса.

Таким образом, педагог получает не просто технические средства, а полноценный инструментарий для развертывания среды инженерного творчества на базе турнира.

Глава 3. Наборы для оснащения кружков киберфизики

Стартовая «Коробка юнтеха»

Набор для инженерных кружков юных техников предназначен для организации просветительской и учебной деятельности школьников 5–7 (4–8) классов, которые знакомятся с основами электроники и схемотехники и разрабатывают творческие проекты. Может быть получена при открытии направления «Юные техники» в первичном отделении Движения Первых.

Требования к содержимому набора:

1. Набор должен удовлетворять концепции инженерного кружка Юных техников возрастной группы 4–8 класс (уровень 1 и уровень 2)⁵. Кружок направлен на формирование знаний и навыков в области электроники и схемотехники и применение этих навыков для создания творческих учебных проектов.
2. Набор должен использоваться для учебных целей, соответствовать возможным программам обучения в кружке.
3. Набор должен содержать компоненты, позволяющие наставнику проводить мастер-классы и мероприятия из перечня рекомендованных мероприятий кружков Юных техников.
4. Содержимое набора должно позволять провести занятия или мастер-классы для групп из 10 школьников.
5. Набор должен сопровождаться открытыми методическими пособиями для наставников как для проведения занятий в кружке, так и для проведения мероприятий.
6. Набор должен содержать инструкции для участников по сборке учебных проектов.
7. Набор должен состоять из доступных компонентов, которые можно легко заменить и пополнить, в случае их выхода из строя в результате длительного использования в проектах, потере и пр.
8. Находящиеся в наборе микроконтроллеры должны соответствовать следующим требованиям:
 - совместимость с открытыми платформами и стандартами (совместимые с Arduino);
 - открытый код прошивок (распространяемым под открытой лицензией бесплатно);
 - работа оборудования обеспечивается открытым ПО (распространяемым под открытой лицензией бесплатно);

⁵ Уровень 1 - знакомство с технологиями через мастер-классы и участие в мероприятиях. Уровень 2 - инженерный кружок юных техников, где есть обучающая часть и выполнение творческих учебных проектов.

- открытое аппаратное обеспечение⁶.
- 9. Стоимость набора не должна превышать 30 тыс. рублей на группу из 10 школьников.

Состав набора

Набор состоит из двух частей:

1. Компоненты для проведения занятий в кружке и печатные инструкции для школьников. Эта часть отвечает за образовательную и обучающую функцию набора.
2. Компоненты для организации работы школьников: ручной инструмент, измерительные приборы, методические материалы для наставников, техническая документация, программное обеспечение в электронном виде на флэш-носителе и набор для проведения мастер-классов.

Компоненты для проведения занятий в кружке

- Набор позволяет познакомиться и углубиться в изучении электроники и схемотехники с помощью расширенной базы электронных компонентов, создать управляемые устройства с помощью платы управления и средой программирования Arduino IDE, создать собственные проекты. Набор не требует паяльного оборудования — все устройства собираются на макетных платах.
- С помощью набора можно проводить программу дополнительного образования, рассчитанную на 1-2 учебный год, где школьники **соберут 64 учебных мини-проектов**, двигаясь от простого к сложному: первые 6 проектов, в которых не требуется программирование и 20 простых проектов с программированием и 38 проектов с высокой сложностью, где школьники разберутся с контроллерами типа Arduino и научатся программировать микроконтроллер, разберутся с цифровыми и аналоговыми интерфейсами, научатся подключать кнопки, датчики, светодиоды, проектировать и создавать управляемые устройства, игры и пр.
- С помощью компонентов набора каждый школьник сможет создать свой творческий проект, а также подготовиться к различным инженерным соревнованиям.
- Набор рассчитан на парную и групповую форму работы, т.е. все учебные проекты и задания на мастер-классах выполняются парой учеников, все творческие проекты могут быть выполнены парой или группой учеников.

⁶ Аппаратное обеспечение, у которого детально описана конструкция, а документация доступна для изучения, модификации и изготовления образцов, которые можно использовать в любых целях.

Состав	на 2 участников	на группу 10 человек
Плата контроллера с открытой архитектуре, совместимого с Arduino	1	5
Беспаячная макетная плата	1	5
Текстовый экран 16×2 / I ² C	1	5
Резистор 220 Ом	10	50
Резистор 1 кОм	10	50
Резистор 10 кОм	10	50
Фоторезистор	1	5
Потенциометр 10 кОм	1	5
Биполярный транзистор (BJT)	5	25
Полевой транзистор (MOSFET)	1	5
Красный светодиод 5 мм	4	20
Зеленый светодиод 5 мм	4	20
Жёлтый светодиод 5 мм	4	20
Трёхцветный светодиод	1	5
Тактовая кнопка	4	20
Пьезопищалка	1	5
Аналоговый датчик температуры TMP36	1	5
Выходной сдвиговый регистр 74НС595	1	5
Соединительные провода «папа-папа»	65	325
Батарейный отсек 6×AA	1	5
Кабель USB (A — Micro USB)	1	5
Интегральный таймер SE555/NE555	1	5

Компоненты для организации занятий в кружке и проведения мастер-классов

Данные инструменты помогут обеспечить работу педагога и первичное оснащение площадки для проведения как описанных выше занятий, так и специальных мастер-классов, ориентированных на знакомство с задачами ключевых мероприятий Юных техников (НТО Джуниор, турниры юных киберфизиков и т.п.)

Состав	Количество
Набор ручного инструмента, содержащий (плоскогубцы, пинцет, бокорезы, отвертки и др.)	2
Мультиметр	2
Методическое пособие для учителя по проведению занятий	1
Набор для проведения мастер-классов по электронике и киберфизике: Программируемый контроллер с интерактивным поведением со следующими характеристиками: – Совместим со стандартом программирования расширенных иерархических машин состояний (ПНСТ 984-2024) – Загрузка программ по интерфейсу USB. – Микроконтроллер с характеристиками тактовая частота не менее 170 МГц, ПЗУ не менее 128 КБ, ОЗУ не менее 32 КБ. – Интерфейс USB TypeC — 1 шт. – Кнопка большая — 2 шт. – Кнопка малая — 4 шт. – Датчик ИК-излучения — 1 шт. – Микрофон — 2 шт. – Звуковой излучатель — 1 шт. – RGB-светодиод — 2 шт. – Белый светодиод — 35 шт. (в матрице 5 на 7).	1
Шнур питания Интерфейс USB TypeC	1

Продвинутая «Коробка юнтех»

Продвинутый набор предназначен для проведения инженерных соревнований и хакатонов юных техников, в первую очередь для НТО.Junior по сфере «Киберфизика», для углубленного изучения и проведения исследований и разработку научных проектов по физике, информатике и математике, для организации просветительских и вовлекающих мероприятий, игр и мастер-классов для школьников всех возрастов, мероприятий с фиджитал играми. Может быть получена при открытии «Юных техников» в первичном отделении Движения Первых.

Продвинутый набор позволит проводить занятия и соревнования по следующим четырем направлениям:

- программирование киберфизических систем;
- разработка видеоигр;
- киберфизическое приборостроение;
- беспилотные авиационные системы.

Инженерные соревнования, которые можно организовать с использованием набора

1. НТО Junior. Сфера юных техников «Киберфизика». Новая сфера Киберфизика пройдет в регионах, где будут открыты кружки юных техников в рамках проекта «Первые в науке» Движения Первых. Финал олимпиады пройдет в пилотных и других регионах. Задание финала соревнований будет разработано с учетом продвинутого и базового наборов.
2. Турниры юных киберфизиков (ТЮКФ) — это всероссийские соревнования для участников технологических кружков, в которых школьники соревнуются в создании киберфизических систем. Проводятся соревнования: «Кодировщик», «Аэропорты», «Акустика», «Инфракрасный сигнал».
3. Зарница 2.0 — всероссийская военно-патриотическая игра с использованием устройств ИК-плата для противодействия БПЛА. Кроме того, устройства:
 - выполняют роль детекторов имитаторов электромагнитного поля анти-дрон-ружей, локальных станций радиоэлектронной борьбы, позволяющих производить имитацию подавления радиосигнала управления;
 - позволяют реализовать взаимодействие дрон-игрок для имитации сбросов боеприпасов — обеспечения безопасного (бесконтактного) урона участнику от квадрокоптера противника;
 - позволяют реализовывать фиджитал-игру по поиску маячков с информацией для подготовки участников по направлению «Политрук».

Требования к содержимому продвинутого набора

1. Набор должен состоять из компонентов, позволяющих провести разного типа соревнования не менее 15 команд (по 2 человека) одновременно.
2. Содержимое набора можно использовать для организации просветительских мероприятий в т.ч. игр и мастер-классов.
3. Набор должен содержать методические рекомендации по проведению соревнований.
4. Набор должен содержать методические рекомендации по проведению игр и мастер-классов.
5. Набор должен содержать техническую документацию и инструкции по работе с компонентами для организаторов соревнований и мероприятий.
6. Компоненты продвинутого набора должны быть совместимы с компонентами базового набора и значительно расширять его возможности.
7. Находящиеся в наборе платы должны соответствовать следующим требованиям:
 - совместимость с открытыми платформами и стандартами (совместимые с Arduino);
 - открытый код и редактор для создания прошивок (распространяемым под открытой лицензией бесплатно);
 - работа оборудования обеспечивается открытым ПО (распространяемым под открытой лицензией бесплатно);
 - открытое аппаратное обеспечение.

Состав продвинутого набора

Состав	Кол-во на 15 команд
Программируемый контроллер с интерактивным поведением («КиберМишка») со следующими характеристиками: – Совместим со стандартом программирования расширенных иерархических машин состояний (ПНСТ 984-2024) – Загрузка программ по интерфейсу USB. – Микроконтроллер с характеристиками тактовая частота не менее 170 МГц, ПЗУ не менее 128 КБ, ОЗУ не менее 32 КБ. – Интерфейс USB Type-C – Кнопка большая — 2 шт. – Кнопка малая — 4 шт. – Датчик ИК-излучения — 1 шт. – Микрофон — 2 шт. – RGB-светодиод — 2 шт. – Белый светодиод — 35 шт. (в матрице 5 на 7).	15
Шнур питания Интерфейс USB Type-C	15
Плата печатная многофункциональная с напаянными SMD-компонентами («ИК- плата») Ключевые характеристики: – Частотный диапазон излучения ИК сигнала — 36–56 кГц – Резонансная частота — 2,7 кГц/ 80 dB – Количество каналов передачи ИК сигнала — не менее 1 шт. – Количество контактов для световой индикации — не менее 8 шт. – Количество каналов приема ИК сигнала — не менее 1 шт. – Рабочее напряжение питания — 5 вольт – Потребляемая мощность — не более 0,5 Вт Габаритные характеристики: – не менее 49 мм — ширина – не менее 50 мм — длина	2
компьютерный шнур USB 2.0 A(m)-micro USB B(m) 1,8 м	1

Состав	Кол-во на 15 команд
монтажные провода для подключения к устройству внешних компонентов и элементов питания, коммуникации с внешними управляющими устройствами	2
источник питания 5В	1
кнопки без фиксации	4
Комплект для проведения турниров юных киберфизиков «Акустика»: – Плата платформы — 2 шт. – Плата звукоизлучателя — 1 шт. – Микрофон — 2 шт. – Кабель USB — 1 шт. – Акустический кабель — 1 шт. – Подставка под микрофоны — 2 шт. – Подставка под плату звукоизлучателя — 1 шт. Ключевые характеристики: – Управление по интерфейсу USB Состав: – Микроконтроллер ARM Cortex-M4, 128 КиБ ПЗУ, 32 КиБ ОЗУ, тактовая частота 170 МГц. – Интерфейс USB B-Mini — 1 шт. – Кнопка для встроенного теста подключения — 1 шт. – Индикатор работы контроллера — 1 шт. – Индикатор работы излучателя — 1 шт. – Разъём JACK-3.5 для подключения микрофонов — 2 шт. – Клемма для подключения излучателя — 1 шт. – Отдельная плата излучателя с клеммой для подключения к основной плате — 1 шт. – Дамперы для выбора коэффициентов усиления микрофонов — 6 шт. на микрофон, всего 12 шт. – Разъём для хранения неиспользуемых джамперов на плате — 1 шт.	2

Учебный комплект электроники

Будущему специалисту недостаточно одних только теоретических знаний — бурно развивающаяся наука приводит к их стремительному устареванию. Поэтому в современном образовательном процессе все большее внимание уделяется сочетанию теории и практики. Таким образом с помощью учебного комплекта электроники учащиеся могут перейти от виртуального моделирования к практическим занятиям, создавая реальные устройства и схемы.

Учебный комплект включает в себя микроконтроллеры, макетные платы и набор электронных компонентов. В процессе обучения школьники получают навыки работы с реальными компонентами: от сборки простых электрических цепей до разработки сложных проектов. Переход от виртуального мира к действительности позволяет учащимся не только закрепить теоретические знания, но и развить творческое мышление, научиться решать практические задачи и работать в команде.

Занятия, основанные на взаимодействии с реальными материалами, помогут учащимся обрести уверенность в своих силах и подготовят их к будущей профессиональной деятельности в области электроники и технологий.

Работа с электроникой является ключевым шагом к пониманию сложных технических процессов, которые окружают нас в повседневной жизни, и помогает развить навыки, необходимые для успешного будущего в быстро развивающемся мире технологий.

Ниже представлен состав комплекта электроники и комплект оборудования и расходных материалов, необходимых на кружок в 12 человек.

Состав комплекта	Кол-во наборов
Комплект электроники: – Динамик, 8 Ом — 15 шт. – Диод 1N4148 — 100 шт. – Кнопка тактовая 4 pin — 100 шт. – Комплект передатчик + приемник 433МГц для Arduino продуктов — 15 шт. – Конденсатор керамический дисковый 0.01 мкФ — 30 шт. – Конденсатор керамический дисковый 0.1 мкФ — 30 шт. – Конденсатор неполярный 1 мкФ — 30 шт. – Конденсатор электролитический 10 мкФ, 50В — 30 шт. – Конденсатор электролитический 100 мкФ, 50В — 30 шт. – Конденсатор электролитический 1000 мкФ, 50В — 15 шт. – Конденсатор электролитический 4,7 мкФ, 50В — 15 шт. – Конденсатор электролитический 47 мкФ, 50В — 15 шт. – Макетная плата 840 контактов (беспаячная, контактная) — 15 шт. – Микросхема CD4051BE, DIP-16 — 25 шт. – Микросхема CD4070BE, DIP-14 — 25 шт. – Микросхема CD4071BE, DIP-14 — 25 шт. – Микросхема CD4081BE, DIP-14 — 25 шт. – Микросхема CD4001BE, DIP-14 — 25 шт. – Микросхема CD4011BE, DIP-14 — 25 шт. – Микросхема CD4013BE, DIP-14 — 25 шт. – Микросхема CD4015BE, DIP-16 — 25 шт. – Микросхема CD4017BE, DIP-16 — 25 шт. – Микросхема CD4026BE, DIP-16 — 25 шт. – Микросхема CD4029BE, DIP-16 — 25 шт. – Микросхема CD4511BE, DIP-16 — 25 шт. – Микросхема NE555P, DIP-8 — 50 шт. – Набор выводных резисторов, 1 кОм-9,1 кОм, 24 номинала по 20 шт. ЕК-R24/4 — 2 шт. – Набор выводных резисторов, 10 кОм-91 кОм, 24 номинала по 20 шт. ЕК-R24/5 — 2 шт. – Набор выводных резисторов, 100 кОм-910 кОм, 24 номинала по 20 шт. ЕК-R24/6 — 2 шт. – Набор выводных резисторов, 100 Ом-910 Ом, 24 номинала по 20 шт. ЕК-R24/3 — 2 шт. – Набор термоусадочной трубки — 5 шт. – Потенциометр 100 кОм — 15 шт. – Резистор постоянный выводной 0,25-0,5 Вт 10 МОм — 30 шт. – Резистор постоянный выводной 0,5 Вт 10 Ом — 30 шт.	1

Состав комплекта	Кол-во наборов
– Резистор постоянный выводной 0,5 Вт 47 Ом — 30 шт. – Сборный штекер питания DC 5,5 на 2,1–15 шт. – Светодиод круглый 5 мм желтый FYL-5013UYD — 100 шт. – Светодиод круглый 5 мм зеленый FYL-5013PGD1C — 100 шт. – Светодиод круглый 5 мм красный FYL-5013LRD1C — 100 шт. – Светодиод круглый 5 мм синий FYL-5013UBC1C — 100 шт. – Комплект соединительных проводов «папа-мама» — 15 шт. – Комплект соединительных проводов «мама-мама» — 15 шт. – Комплект соединительных проводов «папа-папа» — 15 шт. – Транзистор 2N3904 (NPN) — 30 шт. – Транзистор 2N3906 (PNP) — 30 шт. – Фоторезистор — 15 шт. – Элемент питания типа Крона (6F22) — 15 шт. – BBJ-40 ММ, 10 см; шлейф с разъемами папа-папа 40 шт. — 15 шт. – Контактная колодка для «Кроны» — 15 шт. – DIP переключатель 2pin — 15 шт. – DIP переключатель 3pin — 15 шт. – DS-201, Гнездо питания 2,1 x 5,5 мм на плату — 15 шт. – ESD-15, Пинцет радиомонтажника изогнутый острый с антистатическим покрытием, 120 мм — 15 шт. – Индикатор 1-разрядный, 7-сегментный, 0,56», ультракрасный, ОК, 20-50мКд, FYS-5611AUHR-11—15 шт. – HCM1212X — 15 шт. – Программируемый контроллер на базе ATmega328, клон Arduino Uno R3 (Uno R3 (CH340G) with USB cable) — 15 шт. – Плата печатная многофункциональная с напаянными SMD-компонентами (ИК-плата) — 5 шт.	

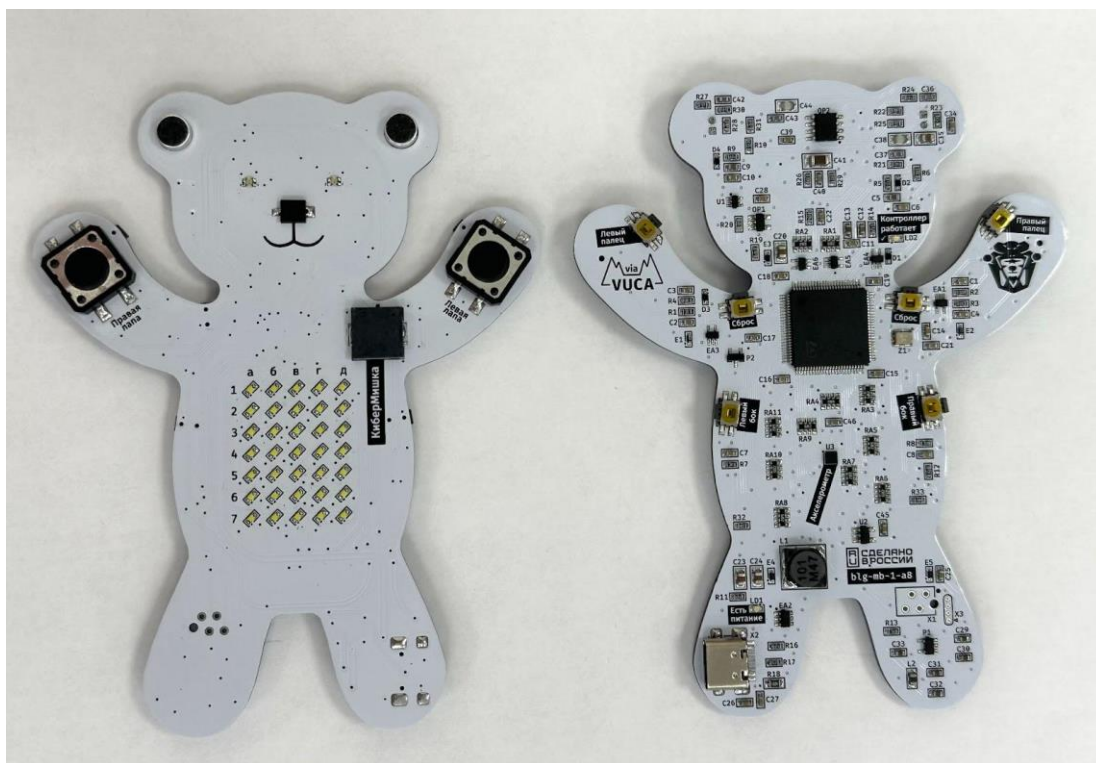
Состав комплекта	Кол-во наборов
Комплект оборудования для работы с электроникой: – Паяльная цифровая станция фен + паяльник — 1 шт. – Мультиметр цифровой Professional MY63 IEK TMD-5S-063 — 1 шт. – Держатель плат «третья рука» с лупой 3D — 1 шт. – Оловоотсос с мягкой ручкой, тефлоновый наконечник — 1 шт. – Припой, ПОС 61 Тр d = 0,5мм 100г катушка — 2 шт. – Флюс паяльный (флакон ПЭТ-22 мл.с кистью) — 2 шт. – Набор пассатижей и бокорезы, 3 предмета — 1 шт. – Канифоль паяльная 20 г банка пластик ВТО — 2 шт. – Коврик для пайки термостойкий силиконовый 320x230мм — 1 шт. – Органайзер 36 ячеек 40 см x 32 см x13,8 см — 2 шт. – Дымоуловитель 220 В, 23 W — 1 шт. – Набор диэлектрических отверток 6 предметов — 1 шт. – Удлинитель с заземлением G418. Выключатель, 1,8 м, 4 розетки — 1 шт.	4

Учебно-игровой набор «КиберМишка»

Учебно-игровой набор «КиберМишка» — это комплект для формирования начальных навыков программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС) и сценарного способа мышления у школьников 5–7 классов.

Образовательный комплект позволяет быстро и доступно запрограммировать свое первое устройство: функциональные электронные компоненты расположены на самой плате, что исключает подключение дополнительной периферии и особых знаний в схемотехнике; гибридная среда разработки Cyberiada IDE снижает порог вхождения в программирование посредством графического интерфейса — все элементы кодируются пиктограммами.

Визуальный образ устройства располагает к творческому мышлению и генерации различных сценариев — Мишке можно придумать свой характер, поиграть на нем в пиксельные игры и даже научить его общаться с другими Мишками.



В таблице указано количество комплектов, необходимых на кружок в 12 человек.

Состав комплекта	Кол-во наборов
Учебно-игровой набор «КиберМишка» Программируемый контроллер с интерактивным поведением со следующими характеристиками: – Совместим со стандартом программирования расширенных иерархических машин состояний (ПНСТ 984-2024) – Загрузка программ по интерфейсу USB. – Микроконтроллер с характеристиками тактовая частота не менее 170 МГц, ПЗУ не менее 128 КБ, ОЗУ не менее 32 КБ. – Интерфейс USB TypeC – Кнопка большая — 2 шт. – Кнопка малая — 4 шт. – Датчик ИК-излучения — 1 шт. – Микрофон — 2 шт. – RGB-светодиод — 2 шт. – Белый светодиод — 35 шт. (в матрице 5 на 7). – Шнур питания Интерфейс USB TypeC — 1шт.	12

Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний»

Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Базовый» (МС-ТЮК) представляет собой образовательный комплект, специализированный для быстрого перехода от начальных навыков программирования расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС) к функциональному прототипированию приборов.

Комплект состоит из центральной платы с системой отдельных модулей, имеющих встроенные средства отладки. Центральная плата максимально ориентирована на целевых пользователей, их практики и стоящие перед ними траектории обучения. Для этого она имеет функционально-блочную компоновку, понятные подписи, удобные для образовательного процесса электромеханические соединения. Плата может просто и гибко расширяться модулями, входящими в ее систему. Комплект предполагает возможность самостоятельного создания и подключения модулей пользователями.

Подключаемые модули, являясь интеллектуальными, вычислительно маломощны и при этом являются исполнительными оконечными механизмами, подключаемыми через центральную плату к компьютеру или ноутбуку. Он необходим для установки прошивок, но он не выполняет вычислительных операций в момент, когда осуществляется событие, например, нажатие на кнопку, появление трафика. Таким образом, собранная система реализует язык машин состояния как способ повышения реалтаймовости с понижением вычислительной мощности и упором на архитектуру распределенного локального сетевого решения.

Задачи создания интерфейса и каналов коммуникации, которые являются столь же необходимыми, сколь сложными и типовыми, решены системой МС-ТЮК максимально и не мешают достижению основного образовательного результата.

Комплект позволяет проводить инженерные соревнования и регулярные занятия в кружках. Основными методическими задачами, которые можно решать с помощью комплекта, являются:

- наглядность работы с функциональным прототипированием — создание собственных прототипов приборов, реализованных на языке машин состояний;
- работа с датчиками и актуаторами, с индикацией в приборах;
- работа с прошивками микроконтроллеров, изучение способов управления техническими системами с применением ПРИМС;
- конструирование распределенных технических систем.



В таблице указано количество комплектов, необходимых на кружок в 12 человек.

Состав комплекта	Кол-в наборов
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Базовый» – Центральная плата — 1 шт. – Плата «Матрица» — 1 шт. – Плата «Лампочница» — 2 шт. – Плата «Кнопочница» — 1 шт.; – Плата «Инжектор питания» — 1 шт.; – Комплект «Компоненты» — 1 шт. – Клеммник на провод — 15 шт.; – Отвертка плоская — 1 шт. – Кабель USB TypeC–TypeA — 1 шт.; – Кабель USB TypeC–TypeC — 1 шт.; – Патч-корд RJ-45, медь, многожильный — 4 шт.; – Портативный аккумулятор — 1 шт.; – Комплект «Комплекующие» — 1 шт. – Комплект «Схемотехника» — 1 шт.	4
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Комплект педагога» – Стриппер — 1 шт.; – Пресс-клещи — 1 шт.; – Бокорезы — 1 шт. – НШВИ 0,75x12 — 200 шт.; – Набор черных термоусадочных трубок разного диаметра — 1 упак.; – Набор цветных термоусадочных трубок разного диаметра — 1 упак.; – Клеммник на провод — 1 упак.; – Провод черный 0,75 мм сечение, 12 м — 1 шт.; – Провод красный 0,75 мм сечение, 12 м — 1 шт. – Сетевое зарядное устройство — 1шт.	1

Роботы для проведения состязаний по мотивам мобильной игры «Берлога: Защита пачеки»

Все материалы по проекту находятся в открытом доступе: <https://github.com/kruzhok-team/berloga-robots>. Руководители кружков могут самостоятельно закупить необходимые комплектующие и вырезать детали корпуса на лазерном станке.

Комплекс колесных роботов ориентирован на внедрение малой, ученической робототехники в качестве междисциплинарных учебных пособий по школьным предметам. Роботы достаточно точно позиционируются в специально ограниченном (игровом) пространстве и могут решать прикладные и игровые задачи, имитирующие реальные процессы. Они собраны из доступных комплектующих, продающихся в магазинах для радиолюбителей, используются только простые технологические процессы и материалы.



Набор-конструктор для сборки роботов семейства «Берлога» содержит электронные компоненты и корпусные детали.

Детали корпуса вырезаны на лазерном станке из литого акрила толщиной 5 мм. Сборка осуществляется по схеме шип — паз на клей типа Cosmofen SL-650 / CA12 или цианокрилатный суперклей-гель. Использование вязких клеев рекомендуется для уменьшения потеков жидкого клея на конструкции при сдавливании элементов. Возможно изготовление корпуса робота из других материалов (например, фанера) или по другой технологии (3D-печать). Самым важным в этом проекте является не корпус робота, а его система управления с протоколом связи.

В основе системы управления робота находится плата GRBL V.4 и контроллер Arduino NANO. Связь с компьютером обеспечивает Bluetooth трансивер HC-06 или LPD трансивер

НС-12 на частоту 433МГц, подключение одинаковое. Привод ведущих колес — шаговые двигатели 17HS3401S Nema 17. Для управления двигателями применяются драйверы A4988 Красные. Кроме того, на робот установлены лазерный дальномер типа VL53L0X, тактовая кнопка 12 x 12 мм и активный зуммер TMB09A12. Для привода исполнительных устройств применяются сервоприводы SG90 с углом поворота 180 градусов. Для питания робота используются два аккумулятора 18650, установленные последовательно в батарейный отсек.

Для программирования робота необходимо установить на компьютер Arduino IDE и дополнительно скачать библиотеку для лазерного дальномера — Adafruit_VL53L0X-master.

Указано количество комплектов, необходимых на кружок в 12 человек.

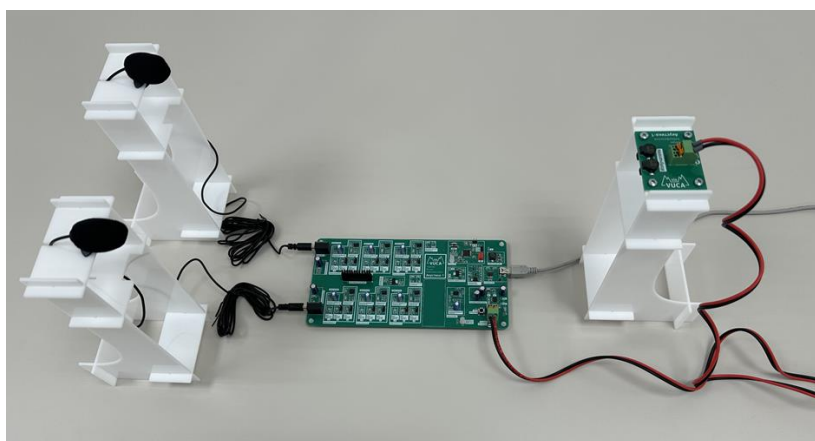
Состав комплекта	Кол-в наборов
Роботы для проведения состязаний по мотивам мобильной игры «Берлога: Защита пасеки». – Шаговый двигатель 17HS3401S Nema17 — 2 шт. – Плата расширения ЧПУ shield для Arduino Nano — 1 шт. – Драйвер шагового двигателя A4988 — 2 шт. – Контроллер Arduino Nano V3 microUSB, распаянный — 1 шт. – 41540, NRF905 / Трехполосный трансивер ISM диапазона 433/868/915 МГц — 1 шт. – Батарейный отсек 2 x 18650 последовательно — 1 шт. – Аккумулятор 18650 3.7В 3400mAh 18650-34 — 2 шт. – Сервопривод Tower Pro SG92R 180° — 2 шт. – VL53L0X (GY-VL53L0XV2) Модуль лазерного дальномера — 1 шт. – Кнопка тактовая 12x12 красная — 2 шт. – Зуммер пьезоэлектрический (активный) TMB09A12 — 1 шт. – Защитная плата TZT 2S 20A 7,4 V 8,4 V 18650 Balance Version — 1 шт. – Зарядное устройство для литий-полимерных и литий-ионных аккумуляторов 8,4 в, 12,6 в, 16,8 в 2S 2A — 1 шт. – Плата зарядная понижающая для литиевых аккумуляторов XL4015 E1, модуль-преобразователь напряжения со светодиодами, 5 А постоянного тока, CC, CVXL4015 MODULE — 1 шт. – Лист акрила белый 3 мм 150 x150 см — 1 шт.	6

Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика»

Образовательный комплект для проведения соревнований по киберфизике (раздел акустика). Комплект позволяет проводить инженерные соревнования и регулярные занятия в кружках.

Основными методическими задачами, которые можно решать с помощью комплекта, являются:

- наглядность работы с аналоговыми и цифровыми сигналами,
- работа с физическим каналом связи,
- исследование различных видов модуляции сигнала,
- изучение характеристик антенн, работа с помехоустойчивым кодированием.



В таблице представлено количество комплектов на группу 12 человек.

Состав комплекта	Кол-во наборов
Комплект для проведения турниров юных киберфизиков «Акустика»: – Плата платформы — 2 шт. – Плата звукоизлучателя — 1 шт. – Микрофон — 2 шт. – Кабель USB — 1 шт. – Акустический кабель — 1 шт. – Подставка под микрофоны — 2 шт. – Подставка под плату звукоизлучателя — 1 шт.	6

Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»

Предназначен для обучения работе с аналоговыми и цифровыми сигналами, низкоуровневыми протоколами, современными системами кодирования. Стенд представляет собой программно-аппаратную платформу, осуществляющую оптомеханическую амплитудную и частотную модуляцию интенсивности оптического сигнала с аппаратным выводом данных. Электрическая модуляция осуществляется управлением интенсивностью оптических излучателей. Механическая модуляция — за счет вариативности установочных элементов, создающими контролируемые помехи для передачи сигналов.

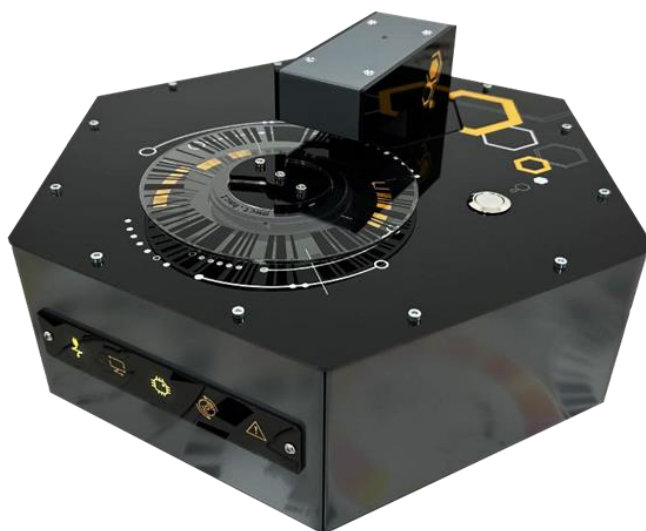
Наборы методик для выстраивания образовательных программ различной длительности снижают когнитивные барьеры входа в уникальную область знаний, десакрализацию предметной области, перевод популярной в массовом сознании темы в практическую плоскость для обучения принципам беспроводной передачи данных, исследования природы шума, кодирования и декодирования сигнала.

Стенд делает наглядными и доступными вопросы на стыке математики, программирования, физики:

- оптомеханическая визуализация кодирования сигналов;
- элементы теории сигналов;
- исследование формы аналоговых сигналов с возможностью их формирования; изучение спектральных и корреляционных характеристик;
- помехоустойчивое кодирование, работа с помехоустойчивым кодом Хемминга;
- обработка, анализ данных и численные методы, знакомство с корреляционным и автокорреляционным анализом;
- выделение сигнала на фоне шума, оптимальная фильтрация, применение дискретного преобразования Фурье и корреляционных методов в обработке сигналов; обратные задачи на восстановление формы сигналов;
- изучение спектральных характеристик оптического сигнала.

Сценарии использования:

- проведение занятий и самостоятельных работ по теории связи и информатике;
- проведение профориентационных занятий и мероприятий по тематике радиофизики и программирования;
- проведение инженерных соревнований, конкурсов, хакатонов.



Состав комплекта	Кол-в наборов
Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи» – Платформа — 1шт. – Комплект блоков излучателя сигнала — 1шт. – Комплект установочных элементов — 1шт. – Комплект диафрагм — 1 шт. – Блок питания — 1 шт.	1

Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Путеводная-ИК»

Образовательный набор для обучения школьников использованию микропроцессорных комплексов для различных моделей и экспериментов в области электроники, автоматики, автоматизации процессов и робототехники.

Разработан квалифицированными педагогами и робототехниками команды Национальной киберфизической платформы «Берлога» для решения широкого спектра задач: от обучения сборке устройств до создания собственных проектов. Образовательный набор могут использовать преподаватели, центры подготовки, школьники, а также разработчики фиджитал игр.

В состав набора входит:

- две электронные платы;
- аккумулятор;
- расходные материалы для сборки устройства;
- версия ПО для проведения уроков с нуля.



Образовательный набор применяется:

- для изучения программирования, робототехники и физики;
- для воспитания патриотической и гражданской идентичности через технологическую грамотность;
- для интегрирования с комплексами беспилотной робототехники.

Кроме того, набор также применяется в реализации федеральных проектов и направлениях НТИ:

- «Кадры для беспилотных авиационных систем»;
- «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации»
- «Технологии хранения и анализа больших данных»;
- «Технологии компонентов робототехники и мехатроники»;
- «Технологии беспроводной связи».

Работу с наборами легко интегрировать в разные проекты, например:

- создать свои уникальные компоненты умного дома;
- подключить с помощью устройства имеющиеся робототехнические наборы, квадрокоптеры или иные наборы к сервисам умного дома;
- подключить к устройству стороннего оборудования: реле, светодиодные ленты, динамики, индикаторы и т. д.;
- использовать протоколы управления UART и широтно-импульсной модуляцией;
- создать свои трехмерные модели корпусов устройств.

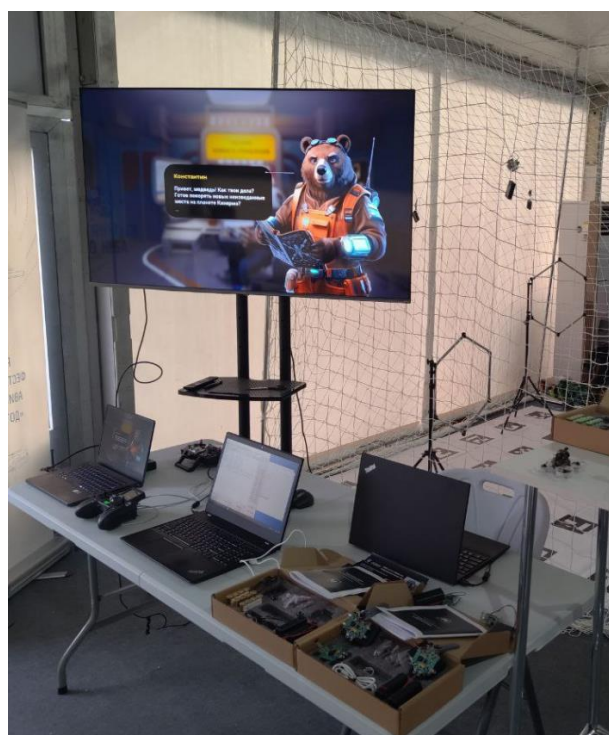
Еще одно преимущество набора состоит в том, что плата имеет отладочные контакты и возможность программирования с нуля. Кроме того, можно использовать готовые открытые решения для самостоятельного программирования микроконтроллера и вовлекать учащихся в технологии с помощью программирования иерархических машин состояний (ПРИМС).

В образовательном наборе «Путеводная-ИК» реализована интеграция в различные типы дронов через связь с полетным контроллером. Это позволяет создавать собственную программируемую полезную нагрузку и уникальные методы применения дронов.

В настоящее время образовательный набор «Путеводная-ИК» активно используются для проведения фиджитал и интерактивных игр, рассчитанные до 4 команд и 120 игроков в каждой.

Команда разработчиков набора проводит обучение и мастер-классы по организации игр и мероприятий, таких как:

- «Дрон-комбат»;
- «Дрон-биатлон»;
- «Зарница и начальная военная подготовка»;
- «Гонки на радиоуправляемых моделях в режиме Комбат».



Игры подобного формата представляются как новый тип игрового обучения пилотированию. Способствуют вовлечению молодежи в технологии, конструирование и разработку робототехнических комплексов. Интеграция БПЛА в фиджитал-игры позволяет легко освоить программирование микроконтроллеров через практику. А конкурсы, турниры и соревнования способствуют быстрому освоению информации.

Указано количество комплектов, необходимых на кружок в 12 человек.

Состав комплекта	Кол-во наборов
Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Путеводная-ИК» – Плата печатная многофункциональная с напаянными SMD-компонентами (ИК-плата) — 2 шт. – Тактовые кнопки — 4 шт. – Соединительные провода «папа-папа» (40 шт. / 10 см), шлейф из 40 проводов для прототипирования электронных устройств — 1 шт. – Внешний аккумулятор ПБ, 10000 мАч — 2 шт. – Компьютерный шнур USB 2.0 A(m)-micro USB B(m) — 2 шт.	6

Комплект для работы с БАС

В современных условиях автоматизации и цифровизации производственных процессов использование беспилотных авиационных систем (БАС) становится все более актуальным. Комплект для работы с БАС включает в себя не только сами летательные аппараты разных классов, но и оборудование для пилотирования, а также программное обеспечение.

Техническое обслуживание и управление квадрокоптера или другого технического устройства — это применение приобретенных знаний на практике, развитие самостоятельности, любознательности и инициативы обучающихся. Кропотливая, связанная с преодолением трудностей, работа по обслуживанию и настройке квадрокоптеров и технических устройств, воспитывает у школьников трудолюбие, настойчивость в достижении намеченной цели, способствует формированию характера. Знакомство с производственными профессиями и различными видами спорта помогает им при выборе жизненного пути.

Работа с устройствами, входящими в комплект, предусматривает получение сведений о практическом применении электричества, о современных технологиях обработки различных материалов (металл, пластмассы), об основах рационализаторской работы и истории техники производства, рабочих и инженерно-технических профессиях. Также ученики познакомятся с различными видами квадрокоптеров и получат навыки аэрофотосъемки и видеосъемки.

В процессе работы с оборудованием обучающиеся собирают и разбирают действующие квадрокоптеры, учатся производить диагностику неполадок, в том числе электрооборудования, и самостоятельному ремонту и улучшению технических характеристик действующих квадрокоптеров, участвуют в конкурсах и соревнованиях.

Кроме практических занятий с дронами они также получают опыт пилотирования FPV-дронами на компьютерном симуляторе. В результате работы с оборудованием обучающиеся поймут, как функционируют разные узлы, и смогут проявить свою изобретательность, используя простые инженерные решения для создания чего-то нового.

Кроме пилотирования дронов в работе в этом направлении отдельное внимание уделяется сборке и пайке элементов беспилотников. В итоге школьники научатся разрабатывать,

собирать и выявлять неисправности в летательных аппаратах. Такой подход направлен не только на повышение технических знаний, но и на погружение обучающихся в культуру дрон-рейсинга как творческой, инженерной и спортивной активности.

В таблице указано количество комплектов, необходимых на кружок в 12 человек.

Состав комплекта	Кол-во наборов
Комплект для работы с БАС: – Квадрокоптер класса тинивуп. типоразмер 65-75мм — 15 шт. – Аккумулятор GNB 300mAh или аналог — 60 шт. – Зарядная станция для аккумуляторов 1S — 3 шт. – Квадрокоптер SYMA X26 — 15 шт. – Шлем FPV, аналоговый 5,8 ГГц или аналог — 5 шт. – Аппаратура радиуправления ELRS или аналог — 20 шт. – Куб не менее 3/3/2 метра, сетка ячейка 5/5 см — 1 шт. – Трасса с подсветкой, не менее 8 ворот в комплекте — 1 шт. – Плата печатная многофункциональная с напаянными SMD-компонентами (ИК-плата) — 20 шт.	1

Приложение А. Численность обучающихся по дополнительным общеобразовательным программам в 2024 году⁷

Регион	Техническое направление (человек)	Естественнонаучное направление (человек)
Алтайский край	26 571	39 747
Амурская обл.	25 295	13 212
Архангельская обл.	26 262	25 939
Астраханская обл.	20 067	14 885
Белгородская обл.	28 080	37 481
Брянская обл.	16 331	12 281
Владимирская обл.	30 451	30 220
Волгоградская обл.	39 724	51 902
Вологодская обл.	34 130	28 533
Воронежская обл.	61 641	67 130
Город Москва	571 697	835 983
Город Санкт-Петербург	122 355	68 377
Город Севастополь	15 767	6 814
Еврейская а.обл.	3 225	1 653
Забайкальский край	25 622	21 782

⁷ На основе данных Федеральной службы государственной статистики.

Регион	Техническое направление (человек)	Естественнонаучное направление (человек)
Ивановская обл.	11 801	28 175
Иркутская обл.	51 797	45 340
Кабардино-Балкарская Респ.	35 385	24 852
Калининградская обл.	48 125	27 721
Калужская обл.	33 671	31 454
Камчатский край	7 669	7 114
Карачаево-Черкесская Респ.	8 519	10 493
Кемеровская обл. – Кузбасс	70 826	59 961
Кировская обл.	24 395	29 196
Костромская обл.	13 352	14 174
Краснодарский край	126 454	111 264
Красноярский край	68 971	58 746
Курганская обл.	16 315	20 705
Курская обл.	24 022	17 872
Ленинградская обл.	55 592	53 977
Липецкая обл.	27 705	30 702
Магаданская обл.	4 468	4 176
Московская обл.	156 369	174 585
Мурманская обл.	20 586	10 635

Регион	Техническое направление (человек)	Естественнонаучное направление (человек)
Ненецкий а.о.	1 561	1 421
Нижегородская обл.	100 294	76 057
Новгородская обл.	21 725	12 601
Новосибирская обл.	62 323	66 393
Омская обл.	51 717	50 151
Оренбургская обл.	37 341	45 599
Орловская обл.	11 836	13 034
Пензенская обл.	26 206	11 783
Пермский край	67 622	64 184
Приморский край	26 523	37 268
Псковская обл.	13 358	12 329
Респ. Адыгея	10 422	14 876
Респ. Алтай	4 583	5 457
Респ. Башкортостан	88 613	108 231
Респ. Бурятия	35 483	29 600
Респ. Дагестан	56 937	85 977
Респ. Ингушетия	23 183	10 844
Респ. Калмыкия	4 310	2 502
Респ. Карелия	6 674	7 354

Регион	Техническое направление (человек)	Естественнонаучное направление (человек)
Респ. Коми	19 987	13 364
Респ. Крым	44 848	43 907
Респ. Марий Эл	16 798	19 967
Респ. Мордовия	23 874	15 954
Респ. Саха (Якутия)	31 380	17 303
Респ. Северная Осетия-Алания	29 873	21 468
Респ. Татарстан	92 004	96 346
Респ. Тыва	14 432	8 505
Респ. Хакасия	9 151	6 577
Ростовская обл.	75 167	75 966
Рязанская обл.	15 278	16 046
Самарская обл.	168 744	87 563
Саратовская обл.	53 991	55 817
Сахалинская обл.	15 689	5 504
Свердловская обл.	120 814	68 000
Смоленская обл.	12 509	18 221
Ставропольский край	40 118	69 807
Тамбовская обл.	19 489	21 933
Тверская обл.	22 275	27 085

Регион	Техническое направление (человек)	Естественнонаучное направление (человек)
Томская обл.	40 936	25 839
Тульская обл.	29 434	23 427
Тюменская обл.	49 313	37 673
Удмуртская Респ.	60 010	41 571
Ульяновская обл.	28 284	29 578
Хабаровский край	33 379	25 608
Ханты-Мансийский а.о. – Югра	81 552	51 210
Челябинская обл.	96 049	60 551
Чеченская Респ.	27 425	32 537
Чувашская Респ. – Чувашия	25 991	30 660
Чукотский а.о.	1 491	497
Ямало-Ненецкий а.о.	23 448	10 953
Ярославская обл.	40 779	26 997

Приложение Б. Количество персональных компьютеров и 3D-принтеров в организациях дополнительного образования детей в 2024 году ⁸

Регион	Персональные компьютеры, ед.	3D-принтеры, ед.
Алтайский край	3 546	30
Амурская обл.	1 233	5
Архангельская обл.	2 754	49
Астраханская обл.	1 193	26
Белгородская обл.	3 096	53
Брянская обл.	2 446	68
Владимирская обл.	2 475	15
Волгоградская обл.	2 596	27
Вологодская обл.	3 756	90
Воронежская обл.	5 173	102
Город Москва	14 560	165
Город Санкт-Петербург	12 699	193
Город Севастополь	1 682	25
Еврейская а.обл.	417	15
Забайкальский край	2 009	23
Ивановская обл.	1 889	38

⁸ На основе данных Федеральной службы государственной статистики.

Регион	Персональные компьютеры, ед.	3D-принтеры, ед.
Иркутская обл.	5 905	65
Кабардино-Балкарская Респ.	697	17
Калининградская обл.	2 554	60
Калужская обл.	3 130	72
Камчатский край	1 916	39
Карачаево-Черкесская Респ.	688	18
Кемеровская обл. – Кузбасс	6 217	136
Кировская обл.	3 408	97
Костромская обл.	1 552	24
Краснодарский край	10 616	149
Красноярский край	7 832	104
Курганская обл.	1 596	43
Курская обл.	3 011	76
Ленинградская обл.	4 207	78
Липецкая обл.	2 807	31
Магаданская обл.	895	5
Московская обл.	9 727	113
Мурманская обл.	3 299	78
Ненецкий а.о.	193	15
Нижегородская обл.	8 132	120

Регион	Персональные компьютеры, ед.	3D-принтеры, ед.
Новгородская обл.	836	8
Новосибирская обл.	6 938	124
Омская обл.	3 190	34
Оренбургская обл.	2 805	22
Орловская обл.	1 840	33
Пензенская обл.	2 196	52
Пермский край	5 651	92
Приморский край	4 107	72
Псковская обл.	1 878	49
Респ. Адыгея	1 321	42
Респ. Алтай	795	23
Респ. Башкортостан	7 098	174
Респ. Бурятия	3 151	103
Респ. Дагестан	1 738	45
Респ. Ингушетия	446	16
Респ. Калмыкия	705	19
Респ. Карелия	1 513	20
Респ. Коми	3 021	84
Респ. Крым	5 194	88
Респ. Марий Эл	984	7

Регион	Персональные компьютеры, ед.	3D-принтеры, ед.
Респ. Мордовия	1 734	41
Респ. Саха (Якутия)	3 730	77
Респ. Северная Осетия-Алания	1 256	1 434
Респ. Татарстан	7 997	126
Респ. Тыва	423	2
Респ. Хакасия	1 144	34
Ростовская обл.	5 726	80
Рязанская обл.	2 750	70
Самарская обл.	5 210	62
Саратовская обл.	2 684	15
Сахалинская обл.	2 919	49
Свердловская обл.	13 007	222
Смоленская обл.	1 301	12
Ставропольский край	4 362	50
Тамбовская обл.	1 796	10
Тверская обл.	1 940	66
Томская обл.	2 935	57
Тульская обл.	2 138	7
Тюменская обл.	4 311	97
Удмуртская Респ.	4 052	43

Регион	Персональные компьютеры, ед.	3D-принтеры, ед.
Ульяновская обл.	2 278	33
Хабаровский край	3 369	51
Ханты-Мансийский а.о. – Югра	7 359	125
Челябинская обл.	8 886	301
Чеченская Респ.	2 485	74
Чувашская Респ. – Чувашия	2 049	33
Чукотский а.о.	324	1
Ямало-Ненецкий а.о.	4 174	89
Ярославская обл.	3 057	47