

Отборочный этап

«РОБОФИНИСТ - 2023» Челябинск



СЕЗОН 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Роботизированный участок оптического волокна»

Команда «АТОМ»

МБОУ СОШ № 125 г. Снежинска с углубленным изучением математики

Челябинская область

Город Снежинск

2023 г.

Структура пояснительной записки

1. Визитка команды	3
1.1. Населенный пункт	3
1.2. Организация	4
1.3. Состав команды и тренер.....	5
2. Сведения о проекте.....	6
2.1. Актуальность, проблематика.....	8
2.2. Цель, задачи.....	8
2.3. Основные консультанты-эксперты от предприятия	8
3. Исследовательская часть проекта	9
3.1. Из истории вопроса, попытки решения проблемы раньше	9
3.2. Этапы работы над проектом	10
3.3. Цели для каждого этапа работы	10
3.3.1. Выбор проекта, знакомство с технологией	10
3.3.2. Разработка общей схемы проекта.....	11
3.3.3. Реализация элементов проекта	12
3.4. Первоначальные варианты решения проблемы «за» и «против»	12
3.5. Выбранный вариант, обоснование проекта.....	13
3.6. Схема размещения механизмов на автоматизированном участке.....	13
4. Техническая часть проекта.....	14
4.1. Описание конструкции механизмов	14
4.2. Описание взаимодействия механизмов	19
4.3. Описание программного обеспечения	19
Заключение	24
Приложение 1 Техническое задание	25
Приложение 2	32
Источники	36

1. ВИЗИТКА КОМАНДЫ

1.1. Населенный пункт – Муниципальное образование «Город Снежинск»



Фото: одна из центральных улиц г. Снежинска

Снежинск - небольшой город в Челябинской области, основанный в 1957 году для осуществления секретной ядерной программы. Город расположен в предгорьях Среднего Урала, на берегу озера Синара, в 105 километрах к югу от Екатеринбурга, в 123 километрах к северу от Челябинска. Снежинцы живут при специальном режиме в целях безопасности, который обеспечивает воинская часть 3468, расположенная в Снежинске. Просто полюбоваться достопримечательностями города у вас не получится. Существует особый порядок въезда на территорию города.

Градообразующим предприятием Снежинска является РФЯЦ-ВНИИТФ – уникальный научно-исследовательский центр, разработчик ядерных боеприпасов, который входит в состав ядерного оружейного комплекса Госкорпорации «Росатом».

Наш город обладает уникальной красивой природой. Из всех существующих городов Росатома он признан самым красивым. По мнению Forbes, Снежинск входит в топ-10 закрытых городов России, в которых стоит побывать, если получится. У города есть свой неофициальный символ – Снежик, известный за пределами маленького Снежинска. Снежик стал героем мультфильма, побывал на Северном полюсе и даже в космосе.

Снежинск – научный центр Челябинской области. Город со своей историей, традициями и устоями. Не одно поколение величайших умов выросло здесь, проживает и трудится для развития ядерной промышленности страны.

1.2. Организация – МБОУ СОШ № 125 г. Снежинска



Рис.: логотип МБОУ СОШ № 125

МБОУ СОШ № 125 с углубленным изучением математики открылась 1 сентября 1962 г. В прошлом году школа отметила юбилей – 60 лет. В школе открыты и успешно развиваются современные направления: Инженерный класс, Медицинский класс, осваиваются программы дополнительного образования по 3Д-моделированию и робототехнике. Нашей школе есть чем гордиться - за все годы она дала путёвку в жизнь тысячам юношей и девушек: врачи, педагоги, инженеры, строители, юристы, экономисты, военные.



Фото: МБОУ СОШ №125 г. Снежинска

1.3. Состав команды и тренер

Наша команда «Атом» - команда, в которой нет лидеров и зависти, где помогают друг другу.

Команда сформировалась в сентябре 2020 г. на базе нашей школы. Изначально состав команды был больше, сейчас в ней остались самые стойкие и заинтересованные: Горелов Андрей (6 класс), Ковалев Максим (6 класс), Тараторин Лев (6 класс) и Тепляков Иван (5 класс).

В феврале 2021г. команда приняла участие в конкурсе ИКаР, была дебютантом и стала лауреатом 3 степени.



Фото: команда, участвующая в ИКаРе 2021г.

В 2021-2022 уч. году мы выступали на общегородских конференциях в качестве экспертов и судей. Зимой прошли обучение в «мобильном кванториуме». В ноябре 2022 года мы приняли участие в научно-техническом форуме «Инженеры будущего», проводимого в Снежинске. Судьи высоко оценили наши проекты – дипломы 1, 2, 3 степени в различных номинациях: модель с доказанной эффективностью, оригинальный подход в разработке робота.



Фото: Научно-технический форум «Инженеры будущего: от идеи до воплощения»

Тренер команды - Шукшин Николай Сергеевич, педагог дополнительного образования в МБОУ СОШ № 125.

Наш идейный вдохновитель, наставник и замечательный человек Николай Сергеевич не дает нам скучать. У него много планов и интересных идей. Всегда поддержит, объяснит и научит. А главное для нас, мальчишек, вселяет в нас веру в успех.



На фото слева: наша команда и наш тренер Николай Сергеевич

На фото справа - Николай Сергеевич от нас сбежал.

2. Сведения о проекте

На нашем градообразующем предприятии РФЯЦ-ВНИИТФ на протяжении нескольких лет идет разработка и изготовление волоконных и твердотельных лазеров с диодной накачкой. При этом в разработках используется преимущественно отечественная элементная база и собственная продукция. К настоящему времени достигнуты результаты, позволяющие создавать лазеры для различных областей применения:

- медицина (хирургия, косметология, офтальмология);
- обработка материалов (резка, сварка, наплавка, маркировка);
- телекоммуникация;
- информационные системы (системы технического видения, дальномеры);
- наука (лазеры для ВУЗов, научных исследований);
- специальные лазерные системы, по требованиям заказчика.



Фото: РФЯЦ-ВНИИТФ

В декабре 2022 года наша команда посетила специальное Конструкторское бюро – подразделение РФЯЦ-ВНИИТФ, где ведется изготовление экспериментальных образцов лазерных оптоволокон (далее - ОВ). В этом направлении к настоящему времени достигнуты впечатляющие успехи: параметры изготавливаемых ОВ (освоено легирование иттербием, эрбием, тулнием, гольмием) находятся на уровне ведущих лабораторий мира.

В сопровождении инженера режимно-секретного отдела ввиду строгой секретности производства работ (при посещении участков предприятия был разработан специальный план по обеспечению режима и недопущению утечки информации, который согласовывался с заместителем директора РФЯЦ-ВНИИТФ по безопасности), инженера участка по изготовлению ОВ и начальника группы мы увидели уникальное здание с чистыми помещениями и с множеством систем безопасности, пожаротушения, сканирования, шлюзов по перемещению между цехами с использованием в каждом прибора по созданию отрицательного давления. Ознакомились с необходимыми костюмами и браслетами для снятия статического напряжения, правилами техники безопасности и особенностями работы.

Цех, в котором производится ОВ, частично автоматизирован, поэтому данный участок и был нами выбран для выполнения проекта по его автоматизации.

2.1. Актуальность, проблематика

Проблематика: использование ручного труда для транспортировки заготовок от одной рабочей зоны к другой, Между участками связующим звеном для перемещения продукции является сотрудник данного цеха (оператор), что приводит к потере скорости завершения полного цикла производства оптоволокна, неэффективному использованию трудовых ресурсов и высокому риску получения травмы.

2.2. Цель, задачи

Цель: создать роботизированный участок для увеличения скорости выпускаемой продукции, улучшения ее качества и удешевления себестоимости продукта. Робот совершает меньше ошибок, работает без перерыва, отпуска и больничных.

Задачи:

1. Принять решение по улучшению данного процесса.
2. Автоматизировать все участки с применением дополнительных роботизированных механизмов для объединения всех рабочих зон в одну автоматизированную цепочку.

2.3. Основные консультанты-эксперты от предприятия

1. Фомин Алексей Васильевич - начальник отдела, специальное КБ по лазерным системам и комплексам РФЯЦ-ВНИИТФ.
2. Лукин Александр Васильевич - главный научный сотрудник, отделение экспериментальной физики РФЯЦ-ВНИИТФ.
3. Ивченко Юрий Викторович - начальник группы, участок производства оптоволокна РФЯЦ-ВНИИТФ.

3. Исследовательская часть проекта.

3.1. Из истории вопроса, попытки решения проблемы раньше

Первоначально участок создавался для производства ОВ для коммуникационных задач. Оборудование создавались по месту из отечественных машин и механизмов.

С развитием лазерных технологий, выросла и потребность в других видах ОВ, направленных для развития лазерной техники. Участок был полностью модернизирован, произошла замена печей на современное оборудование, исследования и опыт сотрудников позволил расширить линейку производимого волокна, в интересах разработок лазерного оборудования РФЯЦ-ВНИИТФ.

За последнее время в РФЯЦ-ВНИИТФ были разработаны несколько типов различных компактных лазерных приборов для использования в различных отраслях промышленности и медицине. Для этих приборов участок производства ОВ изготавливает сам. Производительность участка позволяет обеспечить как нужды РФЯЦ-ВНИИТФ, так и производить ОВ заинтересованным предприятиям. Выпускается 4 основных типа ОВ.



4 ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО

Рис: из буклета РФЯЦ ВНИИТФ

На данный момент участок производства ОВ реализован в виде башенной печи с фильерами, формирующими толщину и покрытие ОВ и капстанов (верхний и нижний), отвечающих за скорость протяжки ОВ.

Однако, на данном участке межоперационные процессы выполняются с помощью человека. Хотя модернизация участка проводится в постоянном режиме, она не носит системообразующий характер, для этого необходимо разработать проект, представляющий весь технологический процесс производства ОВ с минимальным привлечением ручного труда человека.

3.2. Этапы работы над проектом

1. Выбор проекта, знакомство с технологией.
2. Разработка общей схемы проекта.
3. Реализация элементов проекта.

3.3. Цели для каждого этапа, выполненные работы, результаты

3.3.1. Выбор проекта, знакомство с технологией

Выбор проекта был предложен сотрудниками РФЯЦ-ВНИИТФ и составляет интерес как для участников в части ознакомления с технологическим процессом изготовления образца и формирования знаний для общего развития и осознания востребованности и целей градообразующего предприятия, так и интерес со стороны предприятия как некая форма системной модернизации участка.

При взаимодействии и по согласованию с руководством специального КБ РФЯЦ-ВНИИТФ было составлено техническое задание (ТЗ) (Приложение 1). Целью данного ТЗ является разработка технологических решений по автоматизации производственных процессов и получение ценного опыта по организации безопасной работы оборудования и персонала на опытном участке вытяжки ОВ.

На предприятии РФЯЦ-ВНИИТФ мы познакомились с участком вытяжки активного ОВ, технология производства которого является одной из малоизученных и наукоемких в стране и в мире.

В оптоволоконных лазерах с диодной накачкой (ОВЛДН) используются как пассивные, так и активные оптоволоконные компоненты. К активным компонентам относится волоконный световод, сердцевина которого легирована ионами редкоземельных металлов. От требуемого рабочего диапазона длин волн излучения лазеров зависит выбор легирующего активного элемента, а он, в свою очередь, определяет химический состав сетки стекла, позволяющий получать низкий уровень оптических потерь при достаточно высоких концентрациях легирующей примеси и высокую эффективность преобразования излучения накачки.

Нашей команде продемонстрировали процесс производства оптоволокна и разъяснены особенности технологии. Вытягивание ОВ происходило в двух УФ-отверждаемых полимерных покрытиях – отражающее и защитное. Вытяжка выполнялась при следующих технологических режимах:

- температура графитовой печи, °С1850
- скорость подачи, мм/мин.....7,82
- скорость вытяжки, м/мин.....10

Применяемое оборудование – колонна вытяжки OG-510D. В результате вытяжки были получены образцы, волокна длиной 80 и 110м, небольшие фрагменты которых были представлены нашей команде для изучения.

Диаметр сердцевины в полученном волокне составляет $19,2 \pm 0,2$ мкм, расчётная числовая апертура – 0,062. Измеренное поглощение по оболочке на длине волны 975 нм – 1,7дБ/м.

Полученное волокно было использовано при сборке макета лазера мощностью 1 кВт при эффективности «свет в свет» 64%.

На базе опытного участка по производству оптоволокна изготавливается разнообразная номенклатура активного ОВ (Приложение 2) для различных целей и сфер деятельности.

3.3.2. Разработка общей схемы проекта

За основу общей схемы проекта взят набор оборудования имеющегося в технологической цепочке при производстве ОВ. В ходе разработки общей

схемы было добавлено дополнительное оборудование (манипулятор, конвейерная лента, маркировочный стенд и погрузчик), которое реализовано в виде схемы:

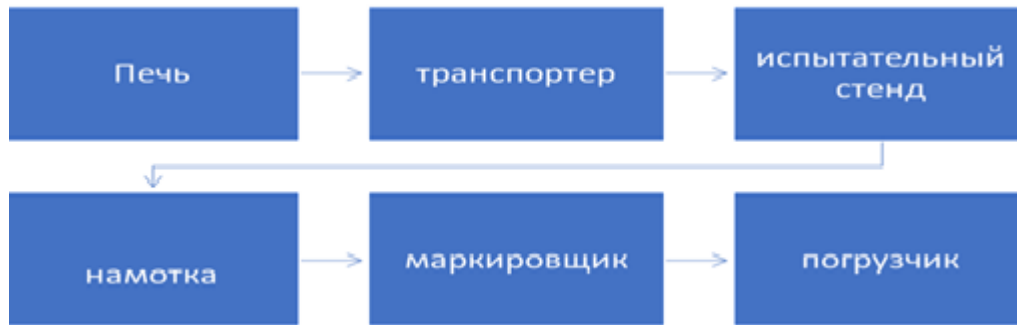


Рис: общая схема проекта

3.3.3. Реализация элементов проекта

Среди ребят роли распределились так: Горелов Андрей отвечает за создание и работу манипулятора; Ковалев Максим – ответственный за робопогрузчик и основную колонну с башенной печью; Тепляков Иван – ответственный за транспортировочную ленту, испытательный стенд и маркировщик.

Каждый элемент был реализован в виде его прототипа из «Lego Mindstorms EV3 Education » в соответствии со схемой.

3.4. Первоначальные варианты решения проблемы «за» и «против»

вариант	«за»	«против»
Прототипирование по пути имеющегося оборудования (копирование)	Реализация проекта в виде имеющегося участка, важен только с точки зрения знакомства с технологией	Прототипирование не носит характер развития для имеющегося производства
Прототипирование с введением дополнительных	Разработка проекта может быть использована для внедрения и	Разработка более сложного в проектировании макета

элементов (полная автоматизация)	модернизации имеющегося участка	
----------------------------------	---------------------------------	--

3.5. Выбранный вариант, обоснование выбора

Разработка макета проекта по пути первого варианта предполагает путь прямого копирования без изменений в технологический процесс производства.

Разработка макета проекта по второму варианту позволит более детально ознакомиться с технологическим процессом производства, и в дальнейшем предложить данный макет как направление для модернизации участка, а также позволит ознакомиться с основными направлениями при автоматизации любого технологического процесса.

3.6. Схема размещения механизмов на автоматизированном участке

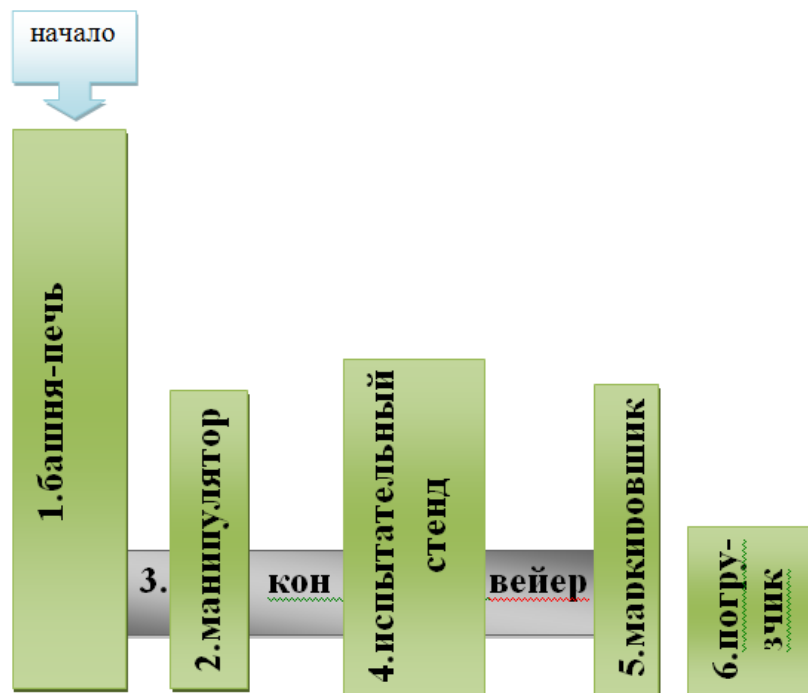


Рис: схема размещения механизмов на автоматизированном участке

Колонна вытяжки (Башня-печь) – изготовление ОВ.

Манипулятор – подъём и перенос.

Конвейер – перемещает изделие поочередно.

Испытательный стенд – испытание ОВ.

Маркировщик – печать идентификационной информации .

Погрузчик - поднимает, транспортирует и укладывает готовую продукцию.

4. Техническая часть проекта.

4.1. Описание конструкции механизмов, их частей

Механизм № 1 (*Колонна вытяжки с башенной печью*).

Один из основных механизмов производственной цепочки. С помощью печи происходит нагрев кварца при 2300 градусов С, далее идет его вытяжка в ОВ. При вытяжке волокно покрывается двумя видами покрытий: защитное покрытие обеспечивает защиту поверхности волокна от механических повреждений и отражающее полимерное покрытие, которое несет в себе очень важную, особенно для активного ОВ, функцию отражения излучения накачки.

В нашем проекте происходит процесс вытяжки ОВ с последующей намоткой на катушку и дальнейшим перемещением с помощью манипулятора на конвейерную ленту.

В каркасной конструкции механизма использованы:

1. Балки, соединенные штифтами и пинами, имитирующие модель колонны;
2. 1 программируемый блок EV3 для программирования производственного процесса;
3. 2 инфракрасных датчика для контроля за вытяжкой ОВ;
3. 1 большой сервомотор EV3, выполняющий роль движущей силы;
4. 8 колес для перемещения и наматывания ОВ на катушку.

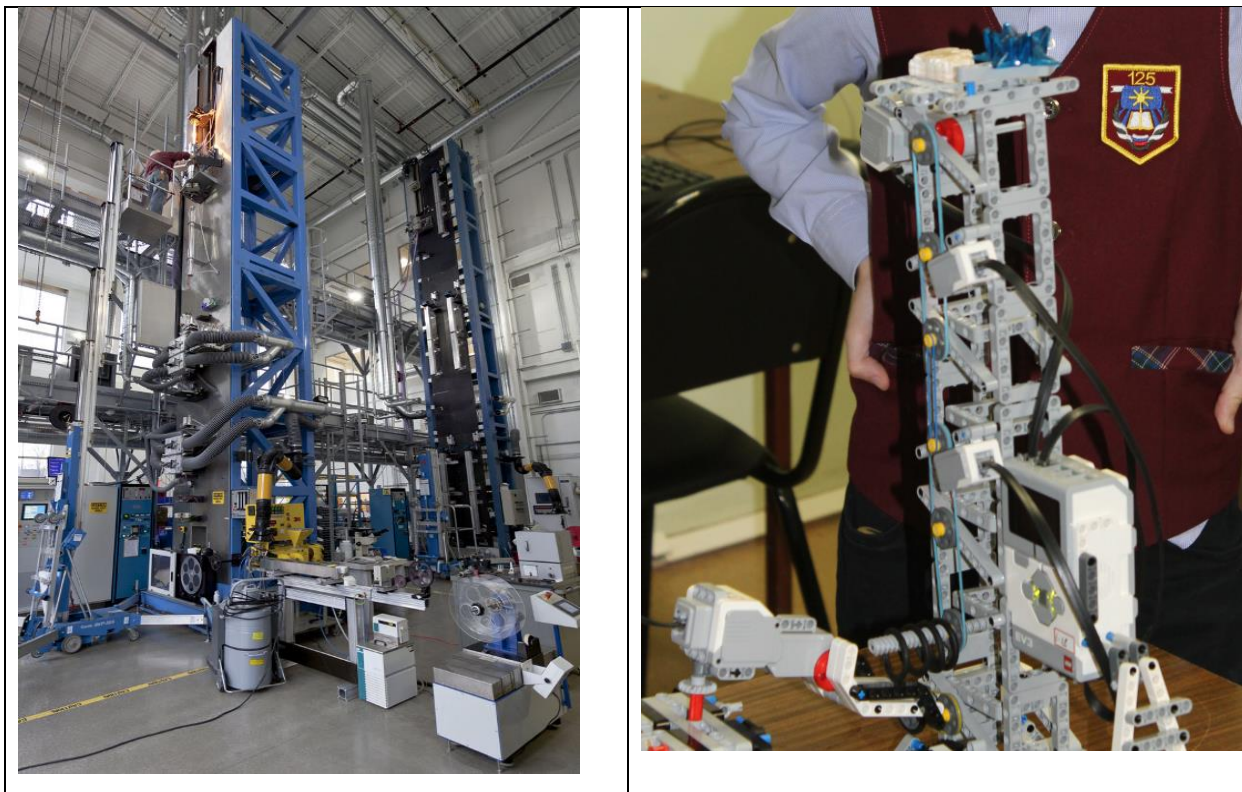


Фото: Механизм №1. Колонная вытяжка с башенной печью

Механизм № 2 (Манипулятор)

Манипулятор (грузоподъемное устройство) — многосвязный механизм с приводами. В нашем проекте манипулятор выполняет функцию захвата и размещения оптоволоконной продукции на конвейерной ленте. Внедрение манипулятора повышает безопасность и культуру работ благодаря отсутствию тяжелого ручного труда (вес 1 катушки более 20 кг) по демонтажу продукции с колонны.

В конструкции механизма использованы:

1. Угловые и прямые балки, соединенные штифтами и пинами, придающие конструкции жесткость и устойчивость;
2. 1 программируемый блок EV3 для точной настройки угла поворота и угла ската продукции;
3. Захватывающий элемент (ковш) для катушки;
4. 2 больших сервомотора EV3 для поворота ковша и точного позиционирования катушки с ОВ на конвейерной ленте;

5. 1 зубчатая передача для передачи момента от сервомотора к механизму ковша.

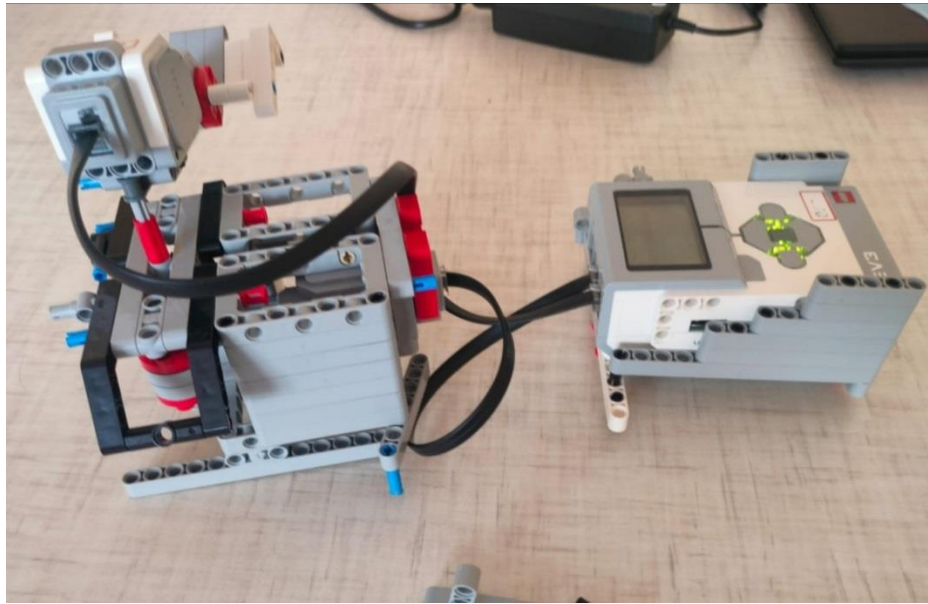


Фото: Механизм №2. Манипулятор

Механизм №3 (Конвейерная лента)

Конвейер — это устройство для непрерывного перемещения обрабатываемого изделия от одного рабочего к другому. В нашем случае конвейер применяется для перемещения катушки с ОВ от башни через манипулятор к стенду проверки, а затем на стенд маркировки.

В конструкции механизма использованы:

1. Ленточный транспортер с поддерживающими элементами для увеличения жесткости и исключения прогиба;
2. 7 больших зубчатых передач, выполняющих роль движущей силы;
3. 1 большой сервомотор EV3 с шестернями для перемещения катушки с ОВ

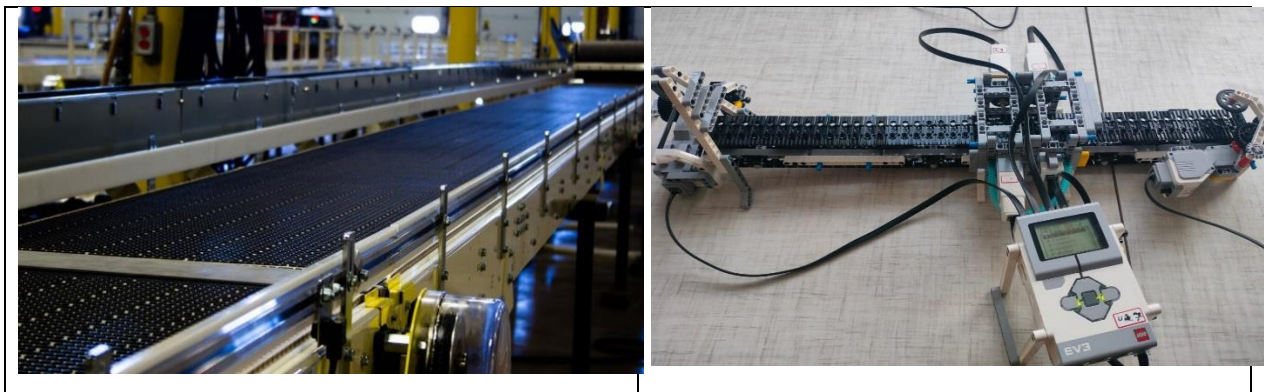


Фото: Механизм №3. Конвейерная лента

Механизм №4 (*Испытательный стенд*)

Испытательный стенд — это специальное оборудование, которое предназначено для контрольных, приёмочных испытаний разнообразной продукции. При данных испытаниях объекты подвергаются действию нагрузок, сопоставимых или превышающих нагрузки в реальных условиях. В нашем проекте испытательный стенд ("тестирущик") испытывает ОВ на растяжение, излом, проверяет метраж и толщину.

В конструкции механизма использованы:

1. 1 программируемый блок EV3 для программирования процесса испытания;
2. 3 средних сервомотора EV3 с инфракрасным датчиком.

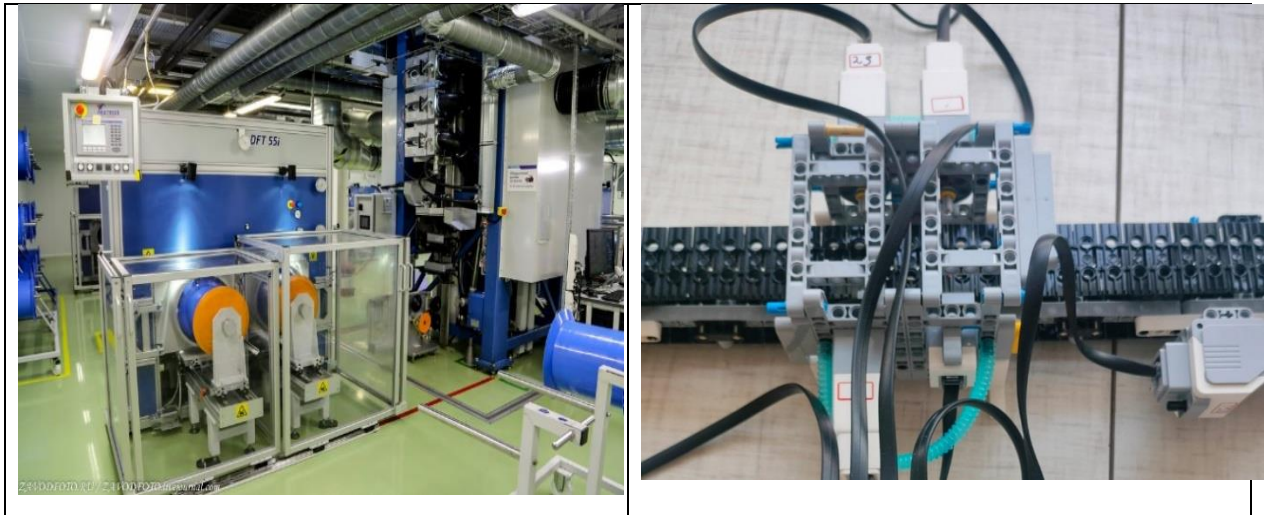


Фото: Механизм №4. Испытательный стенд

Механизм №5 (*Маркировщик*)

Маркировщик - выполняет печать идентификационной информации на катушке с ОВ. Маркировщик наносит дату производства, серийный номер, технические характеристики, срок годности, логотип в соответствии с заявкой заказчика.

В конструкции механизма использованы:

1. 1 большой сервомотор EV3 для вращения катушки с ОВ в процессе маркировки;
2. Шестеренчатый механизм для передачи вращения от сервомотора на вал.



Фото: Механизм №5. Маркировщик

Механизм №6 (Роботизированный погрузчик с ковшем)

Погрузчик — машина, применяемая для подъёма, транспортировки и укладки тяжёлых грузов. В нашем проекте погрузчик забирает промаркированные катушки с конвейера и транспортирует их в места хранения.

В конструкции механизма использованы:

1. 1 программируемый блок EV3 для программирования движения погрузчика;
2. 2 больших сервомотора EV3 для привода колес и ковша;
3. 1 датчик расстояния для точного складирования продукции в места хранения.



Фото: Механизм №5. Погрузчик

4.2. Описание взаимодействия механизмов

Заготовка ОВ нагревается в башенной печи, вытягивается и наматывается на катушку. Манипулятор забирает катушку и перемещает ее далее на конвейерную ленту, После ОВ, намотанное на катушку, перемещается по конвейеру на испытательный стенд, где путём растяжения и излома ОВ проходит проверку на прочность и соответствие заданным параметрам заказчика. Затем по конвейеру продукция поступает к маркировочному стенду, где наносится вся необходимая информация на катушку с ОВ с учётом требований заказчика (диаметр, длина, тип). Далее по конвейерной ленте катушка поступает на роботизированный погрузчик, который без участия человека, распознавая информацию, нанесённую на катушку с ОВ, развозит каждую продукцию по специально отведённым местам хранения.

4.3. Описание программного обеспечения

1. Механизм № 1 (Колонна вытяжки с башенной печью).

С заданной скоростью происходит процесс вытяжки ОВ и его наматывание на катушку. После катушка с ОВ попадает в ковш манипулятора. Процесс останавливается, пока манипулятор размещает ОВ на конвейере. После чего процесс возобновляется. Работа происходит по времени.



Фотоскрин: Фрагмент программы работы Механизма №1

Механизм № 2 (*Манипулятор*).

Манипулятор захватывает катушку и перемещается относительно вертикальной плоскости на 152° по часовой стрелке, затем опускает ковш относительно горизонтальной плоскости на 31° по часовой стрелке, катушка размещается на конвейере. Манипулятор возвращается в исходное положение и готов к приему следующей катушки.



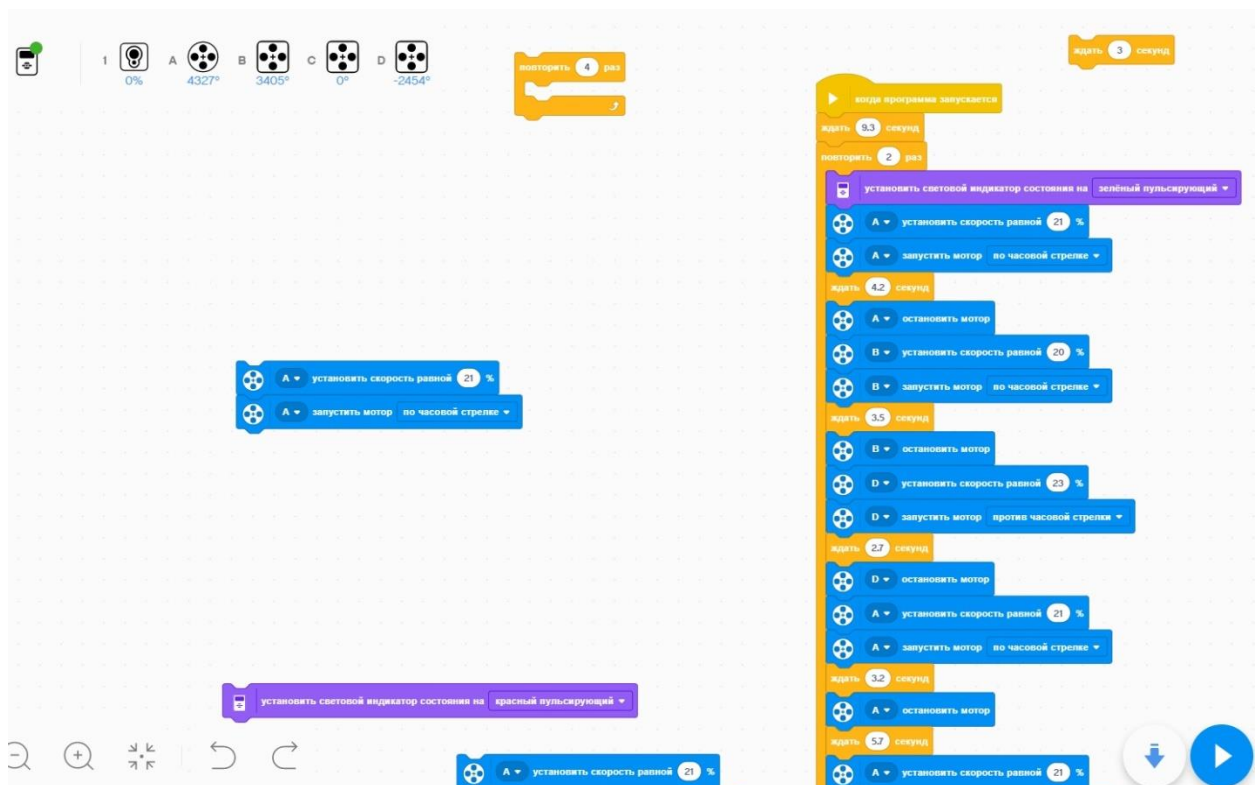
Фотоскрин: Фрагмент программы работы Механизма №2

Механизм №3 (Конвейерная лента)

Конвейерная лента начинает медленное движение с началом программы. При срабатывании датчика света, расположенного в испытательном стенде, происходит остановка конвейера на регламентированное время. После проведения всех испытаний, работа конвейера продолжается до момента поступления катушки на маркировочный стенд, где происходит процесс нанесения надписей на продукцию. После маркировочного стенда катушку с ОВ забирает роботизированный погрузчик.

Механизм №4 (Испытательный стенд).

Испытательный стенд снабжен инфракрасным датчиком и при поступлении продукции происходит срабатывание датчика, движение конвейера прекращается на строго регламентированное время (см. фотоскрин выше).



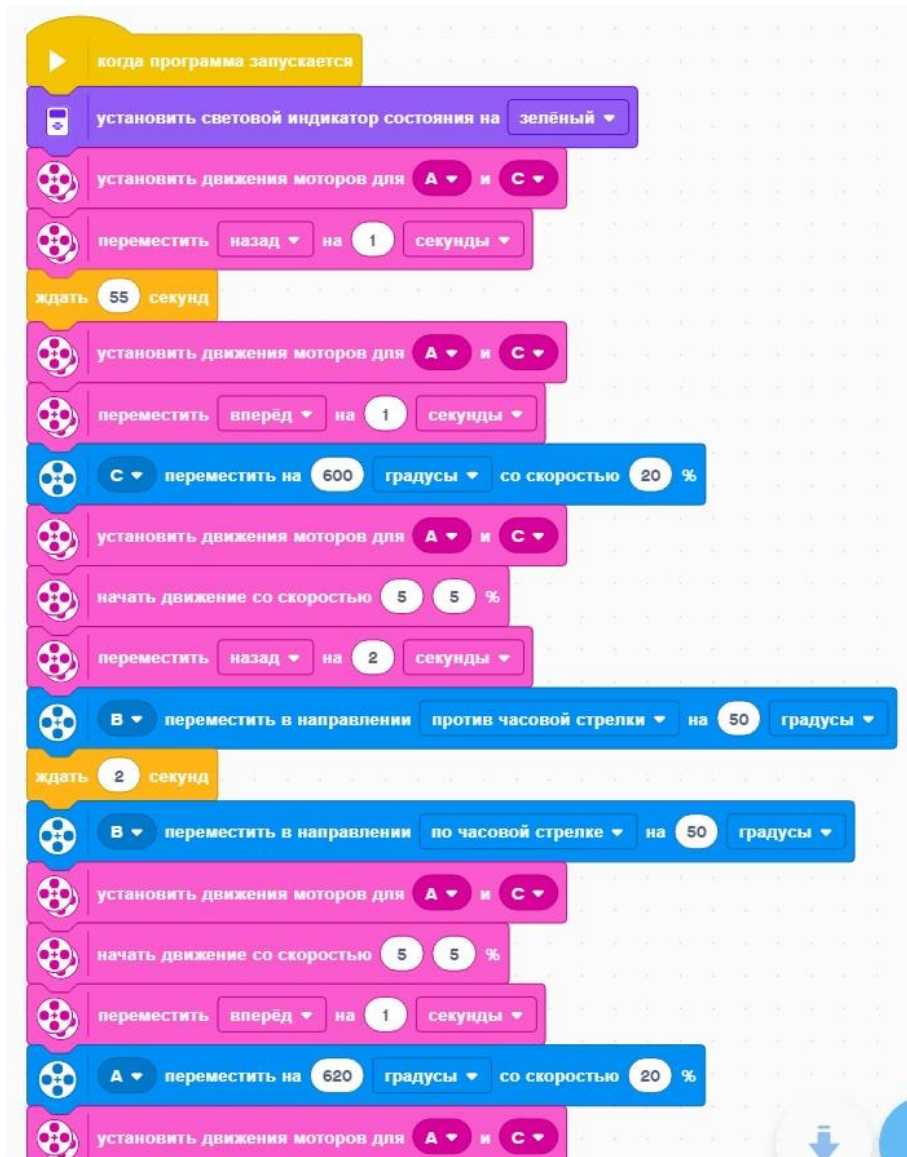
Фотоскрин: Фрагмент программы работы Механизмов №3 и №4

Механизм №5 (Маркировщик).

Маркировщик проводит работы по нанесению надписей на катушку с ОВ в строго регламентированное время.

Механизм №6 (Роботизированный погрузчик с ковшом)

Погрузчик после начала программы перемещается к конвейерной ленте и ожидает поступление продукции. Для устранения лишних перемещений погрузчик ожидает все четыре катушки с ОВ, после их захвата включаются моторы и погрузчик перемещается по заданной траектории в специально установленное место для разгрузки и складирования готовой продукции.



Фотоскрин: Фрагмент программы работы Механизма №6

Заключение

Работа над проектом была ценным опытом по взаимодействию с предприятием, решению актуальных задач по поиску идей улучшения производственных процессов и повышению безопасности труда. К нашему проекту был проявлен интерес со стороны специалистов РФЯЦ-ВНИИТФ и отмечена высокая эффективность внедренных нами технологических решений, выражена благодарность и надежда на дальнейшее взаимодействие.

Разработка модели роботизированного участка оптического волокна способствовала вовлеченности в инженерное творчество, получению навыков по робототехнике, основам алгоритмизации, навыкам программирования и моделирования. При реализации проекта мы получили дополнительные знания из области физики и технологии работы с материалами.



РФЯЦ-ВНИИТФ
РОСАТОМ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-
исследовательский институт технической физики
имени академика Е.И. Забабахина»
(ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»)

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
(КЕЙС)

Предмет:
Модернизация (автоматизация) участка оптического волокна

г. Снежинск
2023

№	Название пункта	Краткое описание
1.	Название проекта (тема)	Модернизация (автоматизация) опытного участка производства оптического волокна (далее - участок) ФГУП “РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина”
2.	Наименование предприятия, предоставившего проект	Специальное конструкторское бюро по лазерным системам и комплексам ФГУП “РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина”
3.	Направление деятельности предприятия	Машиностроительная отрасль
4.	Описание предприятия	РФЯЦ-ВНИИТФ – один из самых крупных и уникальных научно-исследовательских институтов Российской Федерации. Основные направления его работ связаны с разработкой ядерного оружия и изучением поражающих факторов ядерного взрыва. С целью диверсификации деятельности в последнее время активно развиваются и другие ключевые технологии и производства, в частности, твердотельные и волоконные лазеры с диодной накачкой.
5.	Проблематика и её актуальность	На данном участке межоперационные процессы выполняются с помощью ручного труда. Для целей ускорения выпуска качественной продукции и повышение безопасности изготовления оптического волокна стоят задачи по автоматизации

		производственных процессов на участке специального конструкторского бюро ФГУП “РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина”
6.	Техническое задание	Разработать и сконструировать на базе механизированного конструктора LEGO Mindstorms Education EV3 макет автоматизированного участка предприятия
7.	Требования к техническому заданию	Автоматизированный участок должен: - Обеспечивать бесперебойную работу и производство качественной продукции; - Снизить издержки и ускорить производственные процессы, повысить культуру и безопасность труда; - Быть эргономичным, удобным и безопасным для ремонта и обслуживания оборудования;
8.	Исполнитель проекта	Команда СОШ № 125 г. Снежинска, Челябинской области
9.	Возраст детей	11-12 лет
10.	Цель проекта	Модернизация участка, направленная на автоматизацию межоперационных процессов и повышение безопасности и производительности труда
11.	Задачи проекта	1. Установление тесных связей с градообразующим предприятием родного города; 2. Знакомство с перспективными и ключевыми технологиями предприятиями, с

		<p>особенностями производства;</p> <p>3. Вовлечение в научно-техническое творчество и поиск идей по улучшению производственных процессов;</p> <p>4. Разработка и макетирование автоматизированного участка производства оптоволоконна;</p> <p>5. Разработка и отработка управляющих программ для слаженного взаимодействия всех элементов макета автоматизированного участка.</p>
12.	Знания и умения, необходимые для выполнения проекта	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Особенности и технологию производства оптического волокна; - Оборудование участка и назначение, их функциональную связь между собой. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Находить узкие места и оптимизировать производственный процесс; - Выполнять сборку, макетирование моделей оборудования и автоматизированных линий; - Программировать отдельные автоматизированные рабочие места и связывать их в единую производственную систему; - Анализировать полученный результат и при необходимости вносить корректировки.
13.	Образовательные	Компетенция предприятия:

	<p>области (межпредметные связи)</p>	<p>- Организация производства оптического волокна.</p> <p>Предметы, темы:</p> <p>Технология и материаловедение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Свойства материалов, механические характеристики <p>Физика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Оптические параметры оптоволокна; - Электрические цепи. <p>Математика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Измерение расстояний и расчет времени цикла; - Отношение величин и масштаба. <p>Информатика:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы алгоритмизации, навыки программирования. <p>Разработка модели способствует популяризации научно-технических специальностей и вовлеченности в инженерное творчество. Учащиеся получают навыки по робототехнике, основы алгоритмизации, навыки программирования и моделирования. При реализации модели, учащиеся получают дополнительные знания из области физики и технологии работы с материалами.</p>
<p>14.</p>	<p>Опорное оборудование</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Детали и механизмы конструктора LEGO Mindstorms Education EV3; - Программирование механизмов и

		мобильных роботов в среде LEGO Mindstorms EV3
15.	Рекомендуемая литература	<ul style="list-style-type: none"> - История отделения экспериментальной физики РФЯЦ-ВНИИТФ: монография / под ред. д. ф.-м. н., профессора А.В. Лукина и д. ф.-м. н. В.В. Плохого – Снежинск; Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 2017 – 578 с. - Официальный сайт ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина» http://vniitf.ru/ ; - «Проведение исследований по возможности оптимизации...», отчёт ПС 19.15230/1.2, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», 2019 - 25 с.; - Овсяницкая, Л.Ю. Курс программирования робота Lego Mindstorms EV3 в среде EV3: изд. второе, перераб. и допол. / Л.Ю. Овсяницкая, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий. – М.: «Перо», 2016. – 296 с.
16.	Результат проектной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> - Работоспособная модель автоматизированного участка изготовления оптического волокна, бесперебойно выполняющая свои функции. - Закрепление знаний в предметных областях и инженерно-технических направлениях; - Дополнительные навыки по прототипированию и сборке моделей оборудования участка, алгоритмизации и

		программированию
17.	Срок реализации проекта	Начало: Декабрь 2022г Окончание: Март 2023г. Экспертная оценка (от предприятия): Март 2023г.

Оптические волокна, легированные иттербием (Yb), с двойной оболочкой и большим полем моды (LMA Double Clad)

Оптические параметры	
Рабочая длина волны	1060 – 1125 нм
Числовая апертура сердцевины	0,06 ... 0,1
Числовая апертура первой оболочки	0,41
Неселективные потери по оболочке	не более 30 дБ/км
Неселективные потери по сердцевине на 1310 нм	не более 20 дБ/км
Селективное поглощение по оболочке	до 15 дБ/м на 976 нм
Геометрические и механические характеристики	
Сечение	восьмигранник
Количество волокон на выходе	1 шт
Расстояние между гранями	130...400 мкм
Диаметр сердцевины	10....25 мкм
Диаметр по покрытию	250...600 мкм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	0,3ГН/м ²

Применение:

- Мощные непрерывные и импульсные волоконные лазеры и усилители;
- Обработка материалов;
- Нелинейные преобразования (удвоение частоты).

Оптические волокна, легированные иттербием (Yb), с двойной оболочкой (Double Clad)

Оптические параметры	
Рабочая длина волны	1060 – 1125 нм
Диаметр пятна поля моды на 1060 нм	6±0,5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0,15
Длина волны отсечки второй моды	920...1000 нм
Числовая апертура первой оболочки	0,41
Неселективные потери по оболочке	не более 30 дБ/км
Неселективные потери по сердцевине на 1310 нм	не более 20 дБ/км
Селективное поглощение по оболочке	1,5...2,0 дБ/м на 976 нм
Геометрические и механические характеристики	
Сечение	125±3 мкм
Диаметр по покрытию	250±20 мкм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м ²)

Применение:

- Непрерывные и импульсные волоконные лазеры и усилители малой и средней мощности;
- Медицина;
- Нелинейные преобразования (удвоение частоты).

Оптические волокна, легированные эрбием (Er)

Оптические параметры	
Рабочая длина волны	1550 – 1620 нм
Диаметр пятна поля моды на 1060 нм	9±0,5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0,15
Длина волны отсечки второй моды	1250...1400 нм
Поглощение по сердцевине на 1530 нм	40 ... 120 дБ/м
Неселективные потери на 1310 нм	не более 30 дБ/км
Геометрические и механические характеристики	
Диаметр волокна	125±3 мкм
Диаметр по покрытию	250±20 нм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м ²)

Применение:

- Волоконные лазеры и усилители малой мощности безопасного для глаз диапазона;
- Медицина;
- Лидары, дальномеры.

Оптические волокна, легированные гольмием (Ho)

Оптические параметры

Рабочая длина волны	2000-2150 нм
Диаметр пятна поля моды на 2000 нм	10±0,5 мкм
Числовая апертура сердцевины	0,07... 0,15
Длина волны отсечки второй моды	1500 ... 1900 нм
Поглощение по сердцевине на 1150 нм	6 ... 80 дБ/м
Неселективные потери на 1310 нм	не более 40 дБ/км

Геометрические и механические характеристики

Сечение	125±3 мкм
Диаметр по покрытию	250±20 нм
Неконцентричность по покрытию	не более 10%
Неконцентричность сердцевины	не более 5%
Прочность при перемотке	4Н (0,3ГН/м ²)

Применение:

- Непрерывные волоконные лазеры 2 мкм диапазона по схеме накачки в сердцевину;
- Импульсные 2 мкм волоконные лазеры;
- Параметрические нелинейные преобразования.

Источники используемой информации

- Инструкция по сборке к моделей из Ресурсного набора <https://educube.ru/support/instructions/files/>
- Что такое и из чего состоит оптоволокно: полный разбор <https://wifigid.ru/besprovodnye-tehnologii/optovolokno-eto>
- ЛЕНТОЧНЫЙ КОНВЕЙЕР – УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ <https://konveeri.com/info/>
- Манипулятор (механизм) <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
- технические характеристики погрузчиков, виды <https://www.vost-tech.ru>
- История отделения экспериментальной физики РФЯЦ-ВНИИТФ: монография / под ред. д. ф.-м. н., профессора А.В. Лукина и д. ф.-м. н. В.В. Плохого – Снежинск; Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 2017 – 578 с.
- Официальный сайт ФГУП “РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина” <http://vniitf.ru/> ;
- «Проведение исследований по возможности оптимизации...», отчёт ПС 19.15230/1.2, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ», 2019 - 25 с.;
- Овсяницкая, Л.Ю. Курс программирования робота Lego Mindstorms EV3 в среде EV3: изд. второе, перераб. и допол. / Л.Ю. Овсяницкая, Д.Н. Овсяницкий, А.Д. Овсяницкий. – М.: «Перо», 2016. – 296 с.