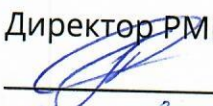


**Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»**

СОГЛАСОВАНО

Директор РМЦ ДОД

 /Е.С. Титаренко/

«05» августа 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по развитию

 /В.А. Безуевская/

«05» августа 2026 г.

**Региональная сетевая
дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Введение в инженерное образование»
(профили НТО «Технологии беспроводной связи»,
«Интеллектуальные энергетические системы»)**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 2 года

Объем: 748 академических часов

город Сургут, 2026 год

Автор программы:

Просекин Михаил Юрьевич, к.ф.-м.н., руководитель сферы «Кибертех» Юниоры НТО, профилей «Технологии беспроводной связи», «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель компании «ИнСитиЛаб».

Цивилева Дарья Михайловна, координатор сферы «Кибертех» Юниоры НТО, профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель региональных программ и цифрового производства компании «Полюс-НТ».

Клыпин Максим Андреевич, разработчик сферы «Кибертех» и профиля «Технологии беспроводной связи» НТО, программист IT отдела компании «Полюс-НТ».

Величко Алина Олеговна, разработчик сферы «Кибертех» и профиля «Технологии беспроводной связи» НТО, педагогический дизайнер R&D отдела ООО «ИнСитиЛаб».

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

Согласовано:

Директор Регионального модельного
Центра дополнительного образования
Детей Ханты-Мансийского автономного
округа - Югры

Е.С. Титаренко

1. Пояснительная записка

Введение

Критической частью технологического суверенитета являются системы управления, цифровые и электронные устройства, сложнейшие программы с применением искусственного интеллекта – и в сельском хозяйстве, и в авиастроении, и образовании, и в медицине, и в военном деле. Проектирование и производство киберфизических систем – ключ к включению страны в разворачивающуюся по всему миру четвертую промышленную революцию.

Киберфизика – это новая область знаний и практики, направленная на создание и изучение новых подходов к управлению (с применением цифровых моделей и вычислительных систем) техническими объектами и системами. Киберфизическая система – система, способная решать сложные задачи управления в физической реальности. Это система с высоким уровнем автоматизации процессов, основанная на программно-электронном управлении и обладающая также высоким потенциалом модернизации и адаптации к разным условиям.

Программа интегрирована с различными проектами в области технологического образования: Национальной киберфизической платформой (НКФП), Национальной технологической олимпиадой (НТО). Программа является вводной для дальнейшей подготовки по инженерным профилям НТО, в том числе «Технологии беспроводной связи», «Интеллектуальные энергетические системы».

Программа ориентирована на развитие способностей решать олимпиадные задачи, работать в команде, проводить рефлексию участия на различных этапах инженерных соревнований. В участниках кружка стимулируется желание соревноваться с лучшими командами со всей России.

Программа способствует профессиональной ориентации обучающихся, что в последующем обеспечит осознанный выбор технологической сферы.

1.1. Направленность: техническая.

1.2. Актуальность программы:

В условиях исполнения задач по достижению технологического суверенитета одним из наиболее актуальных направлений является подготовка кадров в областях связи (вопросы помехоустойчивого кодирования, передачи информации в условиях шумов, работы с различными форматами данных, разработки адаптивной системы слежения, создание собственных протоколов связи) и энергетики (моделирование энергетических систем ближайшего будущего, которые базируются на уже существующих по отдельности, но еще не работающих в комплексе, технологиях, а также экономические модели, которые в настоящее время пока не распространены).

Технологии связи востребованы в областях Космоса, промышленного интернета вещей, подводной и мобильной робототехники, каналов связи для роевых устройств.

В области энергетики ключевые области применения связаны с созданием многочисленных надёжных гибких энергосистем, способных в любой ситуации эффективно распределять электроэнергию, использовать альтернативные источники и взаимодействовать с рынком мощностей, разработкой новых

архитектуры, которая позволила бы сочетать атомную генерацию электроэнергии, ВИЭ, системы хранения энергии и управление пользовательским спросом; работой с биржей экономических микроконтрактов в энергетике, осуществление которой является одной из главных задач технологии Smart Grid и предполагает применение автоматизации, создание оптимальных стратегий и алгоритмов анализа параметров энергосети.

Ориентированность программы на подготовку школьников к Национальной технологической олимпиаде (НТО) по профилям «Интеллектуальные энергетические системы» и «Технологии беспроводной связи» является одним из важнейших инструментов в области трансформации образования и профориентации школьников в эти перспективные для страны и региона направления.

1.3. Цель программы

Подготовка обучающихся к Национальной технологической олимпиаде по профилям «Технологии беспроводной связи», «Интеллектуальные энергетические системы», освоение необходимых предметных знаний и вовлечение их в работу над технологическими приоритетами Национальной технологической инициативы для личностной самореализации и профессионального самоопределения.

Задачи программы:

- сформировать познавательные интересы и мотивы, направленные на изучение технических наук и приоритетных направлений Национальной технологической инициативы;
- формировать навыки работы с реальными физическими системами, за время программы знакомясь с разными приборами и программными средами;
- изучить основные понятия технологий беспроводной связи: кодирование и декодирование, помехозащищенные коды, информация, цифровая и аналоговая передача, методы исследования каналов связи и обработки сигналов, методы борьбы с шумами;
- сформировать мировоззрение, соответствующее современному уровню развития интеллектуальных энергетических систем;
- сформировать базовую техническую и инженерную грамотность, навыки работы с реальными физическими системами (приборами и программными средами);
- познакомить с основными понятиями интеллектуальных энергетических систем: энергоснабжение, энергетика, надежность энергоснабжения и доступность энергии для потребителя, генерация электроэнергии, тип первичного энергоносителя, коэффициент полезного действия, мощность, тепловые сети, энергосистема;
- сформировать навыки по построению эффективной модели энергоснабжения, по работе с биржей экономических микроконтрактов в энергетике, осуществление которой является одной из главных задач технологии Smart Grid и предполагает применение автоматизации, создание оптимальных стратегий и алгоритмов анализа параметров энергосети.
- сформировать навыки работы с написанием скриптов на языке Python;

- научить применять полученные теоретические знания в заданиях НТО;
- сформировать коммуникативные умения, необходимые для участия в НТО и других соревнованиях.

1.4. Отличительная особенность программы: является ознакомление с областями знаний: технологии беспроводной связи и интеллектуальные энергетические системы, их практическими применениями в различных сферах, развитие математического, алгоритмического, инженерного и проектного мышления.

Онлайн-модули программы реализуются с помощью сервиса видеоконференций <https://surgu.ktalk.ru/>. Обучающийся сможет реализовывать свой образовательный процесс в свободном графике, в любое удобное для него время. Модули доступны по приватной ссылке, без регистрации. Обратная связь осуществляется в индивидуальном порядке, самостоятельная работа и взаимодействие с преподавателем осуществляется в электронной образовательной среде.

Очные модули программы являются комплексными форматами (интенсивами), реализуются в очном и гибридном форматах, содержат практические занятия в условиях лабораторий Сургутского государственного университета под наставничеством профессорско-преподавательского состава и студентов.

1.5. Адресат программы:

Программа рассчитана на обучающихся 14-17 лет (8-10 классы), мотивированных на получение повышенных образовательных результатов, участие в конкурсных мероприятиях и планирующих поступление по программам высшего образования технической направленности.

Наполняемость групп в онлайн модулях до 100 человек.

Наполняемость групп на очных занятиях – 15 человек.

1.6. Объем программы: 748 академических часов на протяжении одного учебного года.

1.7. Форма и режим занятий:

Занятия проводятся:

- в очном формате, по программе базового кружка – 3 академических часа в неделю;
- в онлайн форматах, по программам онлайн курсов – 2 академических часа в неделю;
- в очном формате, по программе образовательных интенсивов – 8 акад. часов в день.

Формы организации образовательного процесса предполагают проведение коллективных занятий (15 человек), малыми группами (4-6 человек) и индивидуально.

1.8. Уровень освоения программы: разноуровневая.

Программы очных занятий

Базовый кружок

Программа «Введение в современное инженерное образование».

Вариативный модуль базового кружка

Программа «Настольные игры для подготовки киберфизиков».

Муниципальная площадка

Программа «Интеллектуальные энергетические системы» муниципальной площадки подготовки.

Программа «Технологии беспроводной связи» муниципальной площадки подготовки.

Программы онлайн занятий

Онлайн-курс «Подготовка ко 2-му туру НТО» – базовый уровень.

Соревнования и интенсивы

Муниципальный уровень

Турниры юных киберфизиков.

Регулярные интенсивы.

Региональный уровень

«Региональный интенсив – подготовка ко 2-му туру НТО» – углубленный уровень.

«Региональный интенсив – подготовка к финалу» – углубленный уровень.

1.9. Планируемые результаты

Предметные результаты

Будут знать:

- о значении интеллектуализации и информатизации для обеспечения надежности в энергетике;
- базовые понятия в области термодинамики и статики, динамики, электродинамики и электротехники;
- базовые понятия в информатике: циклы, чтение данных из стандартного потока, ветвления, работа с массивами и словарями, работа с классами и модулями, алгоритмы на графах, работа с матрицами, алгоритмы динамического программирования, численные оптимизационные алгоритмы, принципы работы критериев остановки численных алгоритмов в пространстве, работа со случайными величинами;
- базовые понятия интеллектуальных энергетических систем: энергоснабжение, энергетика, надежность энергоснабжения и доступность энергии для потребителя, генерация электроэнергии, тип первичного энергоносителя, коэффициент полезного действия, мощность, тепловые сети, энергосистема;
- базовые понятия теории игр;
- методы статистики и теории вероятности;
- методы численного моделирования;
- представление об инженерных профессиях будущего.

Будут уметь:

- работать с физическими моделями;
- работать в различных программных средах с разными физическими системами; – осуществлять анализ информации разных типов: графической, текстовой;
- исследовать различные физические системы и управлять ими;
- работать с программной реализацией алгоритмов решения математических задач;
- работать со статистикой и теорией вероятностей.

- выполнять задачи математического моделирования; аппроксимации функций и решение обратных задач;
- обрабатывать статистические данные на основе теории вероятности;
- работать с базовой схмотехникой;
- программировать в среде VS Code на языке «Python»;
- решать командные междисциплинарные задания, связанные с системами беспроводной связи;
- решать типовые задачи разных этапов НТО по математике, информатике.

Будут владеть:

- опытом решения заданий НТО по математике, физике, информатике;
- опытом решения задач первого и второго туров текущего года Олимпиады;
- опытом выполнения заданий на стенде «Интеллектуальные энергетические системы»;
- опытом решения задач на стенде (задачи на анализ данных, на код Хемминга, на анализ кода);
- опытом командного участия в турнирных играх и соревнованиях на стендах;
- навыками сотрудничества со сверстниками в образовательной, учебно-исследовательской деятельности.

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

Будут развиты:

- коммуникативные умения, необходимые в командной работе: ясно и кратко выражать свои мысли, задавать уточняющие вопросы, давать обратную связь и адекватно реагировать на конструктивную критику, принимать согласованные командные решения;
- умения самостоятельно и дисциплинированно работать;
- умения анализировать результаты своей работы;
- умения системно подходить к решению задач;
- умения рационально распределять роли в ходе решения задач и закреплять зоны ответственности;
- умения обрабатывать полученные данные в исследовательской, проектной и экспериментальной работе, делать обоснованные выводы.

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

Будут проявлять:

- ценность инженерной деятельности, инженерного образования, ценность изучения современных технологий;
- мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умения самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе и познавательной деятельности;
- готовность участия участвовать в инженерных соревнованиях в Национальной технологической олимпиаде;
- осознанность в выборе будущей профессиональной деятельности.

1.10. Формы контроля и подведения итогов реализации программы

В образовательном процессе будут использованы следующие виды и методы контроля успешности освоения обучающимися программы:

- предварительный контроль проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- текущий контроль участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО.
- итоговый контроль – участие в итоговом соревновании.

Итоговая аттестация представляет собой выступление команд в итоговых соревнованиях.

Обратная связь обучающимся осуществляется в общих чатах в социальных сетях, самостоятельная работа и взаимодействие с преподавателем осуществляется в режиме проверки интерактивных форм с заданиями и в электронной образовательной среде.

Образовательные достижения и дальнейшие образовательные намерения анализируются совместно с обучающимися по итогам завершеного индивидуального образовательного маршрута.

Примерное содержательное описание каждого критерия

Уровни освоения программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков во время соревнований.
Средний уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности.
Низкий уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов		
		Всего	Теория	Практика
1.	Программа базового кружка «Введение в современное инженерное образование» 1 года обучения			
1.1	Модуль «Киберфизика-связь. Сигналы и модуляции»	36	6	30
1.2	Модуль «Киберфизика-связь. Кодирование и протоколы связи»	36	3	33
1.3	Модуль «Киберфизика-управление. Введение в ПРИМС»	36	3	33
	Итого программа	108	12	96
2.	Программа базового кружка «Введение в современное инженерное образование» 2 года обучения			
2.1	Модуль «Киберфизика-связь. Каналы и протоколы связи»	36	3	33
2.2/1	Модуль «НТО второй тур профиля ИЭС» (вариант 1)	36		36
2.2/2	Модуль «НТО второй тур профиля ТБС» (вариант 2)	36		36
2.3	Модуль «Киберфизика-управление. Управление техническими системами»	36	6	30
	Итого программа	108	9	99
3.	Вариативные модули базового кружка			
3.1	Программа кружка по настольным играм «Настольные игры для подготовки киберфизиков» (вариативный модуль)	108		
4.	Вариативная программа муниципальной площадки			
4.1	Программа «Интеллектуальные энергетические системы» муниципальной площадки подготовки (вариативный модуль)	108		
4.2	Программа по «Технологиям беспроводной связи» муниципальной площадки подготовки (вариативный модуль)	108		
	Итого Вариативные модули базового кружка	324		

5.	Муниципальный компонент программы			
5.1.	ТЮК муниципальный уровень	18		18
5.2.	Регулярные интенсивы муниципальный уровень	18		18
	Итого, муниципальный компонент программы	36		36
6.	Региональный компонент программы (вариативные модули)			
6.1.	Подготовка ко 2 туру НТО (онлайн)	36	8	28
6.2.	Региональный интенсив – подготовка ко 2-му туру НТО	32	6	26
6.3.	Региональный интенсив – подготовка к финалу	32	6	26
	Итого, региональный компонент	100	20	80
7.	Федеральный компонент программы (вариативные модули)			
7.1.	1 тур НТО	18		18
7.2.	2 тур НТО	36		36
7.3.	Вебинары от разработчиков профилей	6	6	
7.4.	Разборы задач 2 тура текущего года	12		12
	Итого, федеральный компонент	72	6	66
	Всего	748		

2.2. Календарный учебный график

№п/п	Период реализации 2026-2027 уч. г.	Модуль
1	Сентябрь 2026 – май 2027	Программа базового кружка «Введение в современное инженерное образование»
2	Сентябрь 2026 – май 2027	Программа кружка по настольным играм «Настольные игры для обучения киберфизиков»
3	Сентябрь 2026 – май 2027	Программа по ИЭС муниципальной площадки подготовки
4	Сентябрь 2026 – май 2027	Программа по ТБС муниципальной площадки подготовки
5	Сентябрь 2026 – май 2027	ТЮК муниципальный уровень
6	Сентябрь 2026 –	Регулярные интенсивы муниципальный уровень

	май 2027	
7	Октябрь 2026	Региональный интенсив – подготовка ко второму туру НТО
8	Октябрь ноябрь 2026	«Подготовка ко второму туру НТО» (онлайн)
9	Февраль 2027	Региональный интенсив – подготовка к финалу

3. Организационно-педагогические условия реализации программы

3.1. Материально-техническое обеспечение:

лекционная аудитория с проектором, интерактивной доской, ноутбуки с возможностью выхода в интернет, с необходимым программным обеспечением (по количеству обучающихся и для преподавателя). Офисный принтер (струйный или лазерный). Расходные материалы (пленка для офисного принтера, маркеры, изолента)

3.2. Оборудование

Вид площадки	Пояснение	Наименование
Базовый кружок	В каждом муниципалитете 2-3 базовых кружка в первый год программы	Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика»
		Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Базовый» версия 2
		Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Комплект педагога»
		Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»
		Учебно-игровой набор «Кибермишка»
Муниципальная площадка подготовки к НТО ТБС	Открываются в МО, способных стать площадкой подготовки к НТО по профилю ТБС	Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика»
		Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»
		Стенд «Узконаправленные низкоэнергетические каналы связи» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»
		Образовательный стенд для проведения соревнований по киберфизике и технологиям связи «Полигон-Акустика»

Муниципальная площадка подготовки к НТО ИЭС	Открываются в МО, способных стать площадкой подготовки к НТО по профилю ИЭС	Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Базовый» версия 2
		Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Комплект педагога»
		Стенд-тренажёр «Интеллектуальные энергетические системы» , модель СТИЭС-1 в базовой комплектации с 2 пользовательскими терминалами (v.B1)
Региональная площадка подготовки к НТО ТБС, подготовки педагогов и площадка распределенного финала НТО ТБС	Для проведения региональных турниров и интенсивов, финала НТО	Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика»
		Стенд «Каналы связи и кодирование» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»
		Стенд «Узконаправленные низкоэнергетические каналы связи» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи»
		Образовательный стенд для проведения соревнований по киберфизике и технологиям связи «Полигон-Акустика»
Региональная площадка подготовки к НТО ИЭС, подготовки педагогов и площадка распределенного финала НТО ИЭС	Для проведения региональных турниров и интенсивов, финала НТО	Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Базовый» версия 2
		Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний. Комплект педагога»
		Стенд-тренажёр «Интеллектуальные энергетические системы» , модель СТИЭС-1 в базовой комплектации с 2 пользовательскими терминалами (v.B1)

3.3. Кадровое обеспечение программы:

- доцент, кандидат наук, инженер профилирующей кафедры;

– педагог дополнительного образования, имеющий высшее или среднее (профессиональное) образование по информационно-технологическому профилю, физике, или математике;

– лаборант для обеспечения работы компьютерной техники.

3.4. Информационное обеспечение:

– образовательная платформа «Таланты 2030» Сургутского государственного университета – <https://talents.surgu.ru/>;

– сайт Регионального модельного центра дополнительного образования детей – <http://argo.surgu.ru/>;

– сервис видеоконференций для проведения вебинаров, с возможностью их записи и размещения (<https://surgu.ktalk.ru/>);

– чат для коммуникации преподавателей и участников программы в социальной сети.

3.5. Методическое обеспечение программы

1. Методическое пособие для педагога.

2. Разработки занятий.

3. Методы обучения, используемые в программе:

- словесные (устное объяснение материала);

- наглядные (презентация);

- практические;

- расчётные (математическая обработка экспериментальных данных);

- визуальные (представление результатов эксперимента в виде таблиц, графиков, схем, диаграмм);

-аналитические.

3.6. Информационные источники:

Список литературы для преподавателя:

1. Кодирование данных.

1.1. Помехоустойчивое кодирование с использованием различных кодов
– Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/111336/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.2. Коды Рида-Соломона. Часть 1 – теория простым языком – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/336286/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.3. Коды Рида-Соломона. Часть 2 – арифметика полей Галуа – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/341506/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.4. Коды Хэмминга — Григорий Кабатянский – Видео : электронный / Платформа rutube.ru [сайт]. – URL: <https://rutube.ru/video/fd14645413a0c696d1f059ce41f32d22/> (дата обращения: 14.08.2024).

2. Математические методы обработки данных.

2.1. Линейная аппроксимация – Текст : электронный // Платформа prog-cpp.ru [сайт]. – URL: <https://prog-cpp.ru/mnk/> (дата обращения: 14.08.2024).

- 2.2. Аппроксимация функции – Текст : электронный // Платформа libraryno.ru [сайт]. – URL: <https://libraryno.ru/3-3-approksimaciya-funkcii-matmodosipkina/> (дата обращения: 14.08.2024).
3. Форматы данных и сжатие данных.
 - 3.1. Методы сжатия данных – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/251295/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 3.2. Обзор методов сжатия данных – Текст : электронный // Платформа compression.ru [сайт]. – URL: <http://www.compression.ru/arctest/descript/methods.htm> (дата обращения: 14.08.2024)
4. Автокорреляционная функция.
 - 4.1. Нежное введение в автокорреляцию и частичную автокорреляцию – Текст : электронный // Платформа russianblogs.com [сайт]. – URL: <https://russianblogs.com/article/26001309458/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 4.2. Основы ЦОС: Корреляционная функция – Видео : электронный / Платформа rutube.ru [сайт]. – URL: <https://rutube.ru/video/01bb4b588132ee80575f0b26edf79eee/> (дата обращения: 14.08.2024).
5. Необходимые основы программирования на Python.
 - 5.1. Программирование на Python – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/67/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (достаточная база, особое внимание урокам 3.8 и 3.9.).
 - 5.2. Программирование на Python для решения олимпиадных задач – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66634/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание третьему модулю).
 - 5.3. Python : основы и применение – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (затрагивает некоторые глубокие особенности языка, но нет уроков по библиотекам обработки данных).
6. Основы программирования на C.
 - 6.1. Керниган, Б. В. Язык программирования C / Перевод с английского / Брайан Керниган, Деннис Ритчи. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва, Санкт-Петербург : Диалектика, 2020. — 288 с. ил. табл.; 25. — ISBN 978-5-907144-14-9 – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 6.2. Программирование на языке C++ для решения олимпиадных задач – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66646/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание третьему модулю).
7. Основы программирования на Java.

7.1. Урок J-15. Форматирование чисел и текста в Java – Текст : электронный // Образовательная платформа study-java.ru [сайт]. – URL: <https://study-java.ru/> (дата обращения: 14.08.2024).

7.2. Основы машинного обучения – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://openedu.ru/> [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/INTRML/> (дата обращения: 14.08.2024).

7.3. Код. Тайный язык информатики / Чарльз Петцольд ; пер. с англ. О. Сивченко ; [науч. ред. В. Артюхин, А. Гизатулин]. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 448 с. – ISBN 978-5-00117-545-2 – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://electronics-nsu.onrender.com/> [сайт]. – URL: <https://clck.ru/3CdexS> (дата обращения: 14.08.2024).

8. Интеллектуальные энергетические системы

8.1. Курс «Теория игр» от Школы «Интеллектуал» и проекта «Дети и наука» – Текст : электронный // Образовательная платформа [childrenscience.ru/](https://childrenscience.ru/courses/math_games/) [сайт]. – URL: https://childrenscience.ru/courses/math_games/ (дата обращения: 14.08.2024) (курс очень живо и интересно, погрузит вас в мир игр).

8.2. Курс «Теория игр» – Текст : электронный // Образовательная платформа openedu.ru/ [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/TIGR/?session=2022> (дата обращения: 14.08.2024)

8.3. Александр Филатов. Теория и практика аукционов – Видео : электронный / ВКонтакте [сайт]. – URL: https://vk.com/video8733459_456241002 (дата обращения: 14.08.2024).

8.4. Курс «Теория вероятностей – наука о случайности» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/2911/promo) [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/2911/promo> (дата обращения: 14.08.2024)

8.5. Шень, А. Вероятность : примеры и задачи / А. Шень. 4-е изд., стереотипное. М. : МЦНМО, 2016. – 72 с. – ISBN 978-5-4439-0920-2– Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).

8.6. Райгородский, А. Курс «Теория вероятностей для начинающих» – Текст : электронный / А. Райгородский, М. Жуковский // Образовательная платформа opencourser.com/ [сайт]. – URL: <https://opencourser.com/course/cgo79c/teoriia-veroiatnostei-dlia-nachinaiushchikh> (дата обращения: 14.08.2024)

8.7. Курс «Основы теории графов» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/126/promo/) [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/126/promo/> (дата обращения: 14.08.2024).

8.8. Курс «Основы дискретной математики» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/1127/promo/) [сайт]. – URL: https://stepik.org/course/1127/promo (дата обращения: 14.08.2024).

8.9. Курс «Программирование на Python» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/67/promo/) [сайт]. – URL: https://stepik.org/course/67/promo (дата обращения: 14.08.2024).

8.10. Курс «Программирование на Python для решения олимпиадных задач»

- Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. - URL: <https://stepik.org/course/66634/promo> (дата обращения: 14.08.2024).

8.9. Python: основы и применение - Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. - URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024).

8.10. Атвел, К. Самые большие солнечные электростанции на Земле - Текст : электронный / Кей Атвел // Радиолоцман, 2019, № 6 - URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=600887> (дата обращения: 14.08.2024).

8.11. Савватеев, А. В. Теория и практика аукционов - Текст : электронный / А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2018. № 3. - URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2018/03/2018-03-19.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).

**Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»**

СОГЛАСОВАНО

Директор РМЦ ДОД

 /Е.С. Титаренко/

«05» августа 2026 г.

**Рабочая программа базового кружка
«Введение в современное инженерное образование»
1-й год обучения**

Возраст обучающихся: 14-15 лет

Срок реализации: 1 год

Объем 108 академических часов

Авторы программы:

Просекин Михаил Юрьевич, к.ф.-м.н., руководитель профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель компании ИнСитиЛаб

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

Чекан Михаил Андреевич, разработчик профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО

Согласовано:

Директор Регионального модельного
центра дополнительного образования
детей Ханты-Мансийского автономного
округа – Югры

Е. С. Титаренко

Пояснительная записка

1. Цель и планируемые результаты

Цель: введение в современную инженерию, повышение мотивации и уровня предметных знаний, подготовка к НТО, а также профориентация и профнавигация с обнаружением региональных вузов.

Планируемые результаты

Знакомство с киберфизикой и современной инженерией. Развитие навыков решения инженерных задач, умение работать в команде. Опыт работы с разными программными средами и разными физическими системами (исследование и управление ими). Деятельностная профориентация учащихся, формирование базовой технической и инженерной грамотности.

Предметные результаты:

Будут знать:

- базовые понятия беспроводных технологий связи: киберфизика, физическая система, сигнал, модуляция, цифровая и аналоговая передача сигнала, кодирование и декодирование, помехозащищенные коды, программирование расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС),
- методы исследования каналов связи и обработки сигналов;
- методы борьбы с шумами.

Будут уметь:

- работать в различных программных средах с разными физическими системами;
- исследовать различные физические системы и управлять ими;
- работать с программной реализацией алгоритмов решения математических задач;
- работать с анализом информации разных типов: графической, текстовой;
- работать с данными, вероятностными моделями, математическими функциями

Будут владеть:

- опытом решения заданий НТО по математике, физике, информатике;
- опытом решения задач первого и второго туров текущего года Олимпиады;
- опытом управления различными физическими системами;
- опытом командного участия в турнирных играх и соревнованиях на стендах;
- навыками сотрудничества со сверстниками в образовательной, учебно-исследовательской деятельности.

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

Будут развиты:

- умение работы с разными программными средами и разными физическими системами;
- умение исследования физических систем и управления ими;
- умение работать с программной реализацией алгоритмов решения математических задач;
- умение к моделированию.

- умение работать с данными, вероятностными моделями, математическими функциями;
- умение самостоятельно и дисциплинированно работать;
- умение анализировать результаты своей работы;
- умение проверять гипотезы;
- умение декомпозировать задачи;
- умение участвовать в инженерных соревнованиях.
- умение работать в команде;
- умение рационально распределять роли в ходе решения задач и закреплять зоны ответственности.

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

Будут понимать:

- ценность работы в команде, важность ответственного отношения к работе в команде;
- ценность инженерной деятельности, инженерного образования;
- ценность изучения современных технологий;
- сознательное отношение к получению предметных знаний;
- ценность и возможность продолжения учебы в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям в области современной инженерии;
- ценность участия в различных инженерных соревнованиях (в том числе НТО) и различных мероприятиях (в том числе в рамках НКФП).

Форма и режим занятий:

Занятия проводятся в очном формате – 3 академических часа в неделю.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

№п/п	Название модуля	Количество академических часов			Ориентировочные даты
		Всего	Теория	Практика	
Модуль «Киберфизика-связь. Сигналы и модуляции» (36 часов)					
1	Вводное занятие. Турнир юных киберфизиков ТЮК-Вводный «Акустика»	3	1	2	
2	Регистрация на НТО	3	2	1	после запуска 1 этапа НТО с 16 сентября
3	Сигнал в различных средах	9		9	
4	Модуляция сигналов	18	3	15	
5	Турнир юных киберфизиков	3		3	
	Итого	36	6	30	
Модуль «Киберфизика-связь. Кодирование и протоколы связи» (36 часов)					

1	<u>Введение во второй тур НТО</u>	6	3	3	после запуска 2 этапа НТО с 13 ноября
2	Кодирование	12		12	
3.	Протоколы связи	12		12	
4	<u>Турнир юных киберфизиков</u>	6		6	
	Итого	36	3	33	
Модуль «Киберфизика-управление. Введение в ПРИМС» (36 часов)					
1	ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы	12	3	9	
2	Датчики и сенсоры	6		6	
3	Индикаторы	12		12	
4	Зачетное занятие	6		6	
	Итого	36	3	33	
	Итого программы	108	12	96	

2.2. Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий*
1 год	09. 09. 2025	Май 2026	36	108	гибридный

* в очном формате – 3 академических часа в неделю; – в онлайн форматах - 1 раз в неделю по 2-3 академических часа; в очном формате, по программе образовательных интенсивов – 8 акад. часов в день.

2.3. Календарно-тематическое планирование

№п/п	Название модуля	Количество академических часов			Ориентировочные даты
		Всего	Теория	Практика	
1 полугодие					
Модуль «Киберфизика-связь. Сигналы и модуляции» (36 часов)					
1	Вводное занятие. Турнир юных киберфизиков ТЮК-Вводный «Акустика»	3	1	2	
2	Регистрация на НТО	3	2	1	после запуска 1 этапа НТО с 16 сентября
3	Сигнал в различных средах	9		9	
3.1	Характеристики сигнала. Канал связи – приемник, передатчик, среда. На примере акустического канала связи с применением комплектов ТЮК «Акустика».	6		6	
3.2	Изучение сигнала в оптическом канале связи на стенде «Каналы связи и кодирование»	3		3	
4	Модуляция сигналов	18	3	15	
4.1	Знакомство с понятием модуляции. Изучение видов модуляции. Работа с оптомеханической модуляцией на стенде «Каналы связи и кодирование».	6	3	3	
4.2	Работа с оптомеханической модуляцией на стенде «Каналы связи и кодирование». Понятие амплитудной модуляции.	6		6	
4.3	Работа с видами модуляции в акустическом канале с применением комплектов ТЮК «Акустика». Шумы и помехи. Фазовая и частотная модуляция	6		6	
5	Турнир юных киберфизиков	3		3	
	Итого	36	6	30	
Модуль «Киберфизика-связь. Кодирование и протоколы связи» (36 часов)					
1	Введение во второй тур НТО	6	3	3	после запуска 2 этапа НТО с

2	Кодирование	12		12	
2.1	Способы кодирования и декодирования. Системы исчисления. Введение в помехозащищённые коды. Решение задач	6		6	
2.2	Код Хемминга на стенде «Каналы связи и кодирование»	6		6	
3.	Протоколы связи	12		12	
3.3	Написание программ кодирования и декодирования для передачи данных по акустическому каналу связи.	6		6	
3.4	Передача данных по оптическому каналу.	6		6	
4	Турнир юных киберфизиков	6		6	
	Итого	36	3	33	
2 полугодие					
Модуль «Киберфизика-управление. Введение в ПРИМС» (36 часов)					
1	ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы	12	3	9	
1.1	Знакомство с программированием расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС). Введение понятий состояние и событие.	3	3		
1.2	Занятия с использованием учебно-игровых наборов «Кибермишка» (возможна замена комплектами МС-ТЮК) с освоением первых навыков работы в графической среде программирования Кибериада IDE.	9		9	

2	Датчики и сенсоры	6		6	
3	Индикаторы	12		12	
4	Зачетное занятие	6		6	
	Итого	36	3	33	
	Итого программы	108	12	96	

3. Содержание обучения

Тема 1 «Введение»

Навигация по программе. Вводный турнир юных киберфизиков – знакомство учащихся с инженерными соревнованиями.

Тема 2 «Регистрация на НТО»

Знакомство с НТО и профилями ИЭС и ТБС, регистрация на НТО, знакомство с порталом для выполнения первого тура НТО.

Тема 3 «Сигнал в различных средах»

Знакомство учащихся с понятием физического акустического и оптического сигнала. Изучение характеристик сигнала - частота, амплитуда, форма, фаза.

Знакомство с понятиями аналогового и цифрового сигнала, знакомство с понятиями ЦАП и АЦП на практике.

Приемник и передатчик сигнала, их характеристики. Канал связи между приемником и передатчиком в различных средах – передача данных по акустическому каналу и передача данных по оптическому каналу.

Тема 4 «Модуляция сигналов»

Знакомство с понятием модуляции. Изучение видов модуляции.

Работа с видами модуляции в акустическом канале. Шумы и помехи. Фазовая и частотная модуляция.

Работа с оптомеханической модуляцией. Понятие широтно-импульсной модуляции. Понятие амплитудной модуляции. Понятие амплитудно-широтной модуляции.

Тема 5 «Турнир юных киберфизиков ТЮК-1 «Акустика»

Работа с сигналами и методами модуляции сообщений в акустическом канале.

Тема 6 «Введение во второй тур НТО»

Разбор вопросов по второму туру НТО, командообразование, составление с учащимися карты действий по решению задач второго тура и посещению вебинаров и изучению дополнительных материалов.

Тема 7 «Кодирование»

Способы кодирования и декодирования. Системы исчисления. Введение в помехозащищённые коды.

Тема 8 «Протоколы связи»

Написание программ кодирования и декодирования для передачи данных по акустическому каналу связи. Передача данных по акустическому каналу, подбор параметров канала, разработка собственного протокола для акустического канала. Передача данных по оптическому каналу.

Тема 9 «ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы»

Знакомство с программированием расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС). Введение понятий состояние и событие.

Занятия с использованием учебно-игровых наборов «Кибермишка» (возможна замена комплектами МС-ТЮК) с освоением первых навыков работы в графической среде программирования Кибериада IDE.

Тема 10 «Датчики»

Сборка и программирование схем в графической среде программирования Кибериада IDE. Знакомство с работой с простейшими датчиками

Тема 11 «Индикаторы»

Сборка и программирование схем в графической среде программирования Кибериада IDE. Знакомство с управлением индикацией

Тема 12 «Зачетное занятие»

Конструирование управляемой технической системы МС-ТЮК /Создание своего сценария в случае использования учебно-игровых наборов «Кибермишка»

4. Формы и виды контроля и оценочные материалы

Виды контроля:

- *предварительный контроль* проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- *текущий контроль* участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО;
- *итоговый контроль* участие в итоговом соревновании.

Формы и содержание итоговой аттестации:

Итоговая аттестация представляет собой выступление команд в итоговых соревнованиях.

Критерии оценки достижения планируемых результатов

Уровни освоения Программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков во время соревнований
Средний уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности
Низкий уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в

	составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности
--	--

5. Организационно-педагогические условия реализации программы

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение программы:

- помещение;
- проектор;
- ноутбук с доступом в интернет и необходимым программным обеспечением (по количеству обучающихся и для преподавателя);
- флипчарт;
- маркеры для флипчарта;
- офисный принтер (струйный или лазерный);
- расходные материалы (пленка для офисного принтера, маркеры, изолента).

5.2. Специализированное оборудование:

Оборудование для занятий в кружке

- Стенд «Каналы связи и кодирования» - 1 штука/*Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «ИК» (ТЮК «ИК») – 2 штук
- Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика» (ТЮК «Акустика») – 6 штук
- Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний» (ТЮК «Машины состояний») – 4 штуки
- Набор преподавателя к ТЮК «Машины состояний» - 1 штука
- Учебно-игровой набор «Кибермишка» - 12 штук

Дополнительное оборудование для проведения турниров юных киберфизиков:

- Образовательный стенд для проведения соревнований по киберфизике и технологиям связи «Полигон-Акустика» – 1 или 2 штуки
- Стенд «Узконаправленные низкоэнергетические каналы связи» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи» – 1 или 2 штуки

5.3. Информационное обеспечение программы:

- методическое пособие для педагога;
- разработки занятий;
- интернет источники;
- в основу методических материалов для самостоятельного изучения отраслей положен образовательный модульный видео-курс, который включают видео-лекции на темы, необходимые к освоению на профиле «Технологии беспроводной связи»: <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=19;>
- в основу методических рекомендаций положен образовательный модульный видео-курс, который включают видео-лекции на темы, необходимые к освоению на профиле «Интеллектуальные энергетические системы»: <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=18;>

- в основу методических материалов для практических семинаров положен видео-курс <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=4> по разбору задач прошлых лет, сгруппированный по темам необходимых к освоению на профиле «Интеллектуальные энергетические системы»;
- в основу методических материалов для практических семинаров положен видео-курс <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=3> по разбору задач прошлых лет, сгруппированный по темам необходимых к освоению на профиле «Технологии беспроводной связи».

5.4. Кадровое обеспечение Программы

Реализацию программы осуществляет педагог дополнительного образования, имеющий высшее или среднее (профессиональное) образование по информационно-технологическому профилю, физике, или математике. Дополнительно, для обеспечения работы компьютерной техники, привлекается лаборант.

5.5. Учебно-методическое обеспечение Программы

Список литературы для преподавателя:

1. Кодирование данных.
 - 1.1. Помехоустойчивое кодирование с использованием различных кодов – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/111336/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 1.2. Коды Рида-Соломона. Часть 1 – теория простым языком – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/336286/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 1.3. Коды Рида-Соломона. Часть 2 – арифметика полей Галуа – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/341506/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 1.4. Коды Хэмминга – Григорий Кабатянский – Видео : электронный / Платформа rutube.ru [сайт]. – URL: <https://rutube.ru/video/fd14645413a0c696d1f059ce41f32d22/> (дата обращения: 14.08.2024).
2. Математические методы обработки данных.
 - 2.1. Линейная аппроксимация – Текст : электронный // Платформа prog-cpp.ru [сайт]. – URL: <https://prog-cpp.ru/mnk/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 2.2. Аппроксимация функции – Текст : электронный // Платформа libraryno.ru [сайт]. – URL: <https://libraryno.ru/3-3-approksimaciya-funkcii-matmodosipkina/> (дата обращения: 14.08.2024).
3. Форматы данных и сжатие данных.
 - 3.1. Методы сжатия данных – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/251295/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 3.2. Обзор методов сжатия данных – Текст : электронный // Платформа [compression.ru](https://www.compression.ru) [сайт]. – URL: <http://www.compression.ru/arctest/descript/methods.htm> (дата обращения: 14.08.2024)
4. Автокорреляционная функция.

4.1. Нежное введение в автокорреляцию и частичную автокорреляцию – Текст : электронный // Платформа russianblogs.com [сайт]. – URL: <https://russianblogs.com/article/26001309458/> (дата обращения: 14.08.2024).

4.2. Основы ЦОС: Корреляционная функция – Видео : электронный / Платформа rutube.ru [сайт]. – URL: <https://rutube.ru/video/01bb4b588132ee80575f0b26edf79eee/> (дата обращения: 14.08.2024).

5. Необходимые основы программирования на Python.

5.1. Программирование на Python – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/67/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (достаточная база, особое внимание урокам 3.8 и 3.9.).

5.2. Программирование на Python для решения олимпиадных задач – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66634/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание третьему модулю).

5.3. Python : основы и применение – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (затрагивает некоторые глубокие особенности языка, но нет уроков по библиотекам обработки данных).

6. Основы программирования на C.

6.1. Керниган, Б. В. Язык программирования C / Перевод с английского / Брайан Керниган, Деннис Ритчи. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва, Санкт-Петербург : Диалектика, 2020. – 288 с. ил. табл.; 25. – ISBN 978-5-907144-14-9 – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).

6.2. Программирование на языке C++ для решения олимпиадных задач – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66646/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание третьему модулю).

7. Основы программирования на Java.

7.1. Урок J-15. Форматирование чисел и текста в Java – Текст : электронный // Образовательная платформа study-java.ru [сайт]. – URL: <https://study-java.ru/> (дата обращения: 14.08.2024).

7.2. Основы машинного обучения – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://openedu.ru/> [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/INTRML/> (дата обращения: 14.08.2024).

7.3. Код. Тайный язык информатики / Чарльз Петцольд ; пер. с англ. О. Сивченко ; [науч. ред. В. Артюхин, А. Гизатулин]. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 448 с. – ISBN 978-5-00117-545-2 – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://electronics-nisu.onrender.com/> [сайт]. – URL: <https://clck.ru/3CdexS> (дата обращения: 14.08.2024).

8. Интеллектуальные энергетические системы

- 8.1. Курс «Теория игр» от Школы «Интеллектуал» и проекта «Дети и наука» – Текст : электронный // Образовательная платформа childrenscience.ru/ [сайт]. – URL: https://childrenscience.ru/courses/math_games/ (дата обращения: 14.08.2024) (курс очень живо и интересно, погрузит вас в мир игр).
- 8.2. Курс «Теория игр» – Текст : электронный // Образовательная платформа openedu.ru/ [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/TIGR/?session=2022> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.3. Александр Филатов. Теория и практика аукционов – Видео : электронный / ВКонтакте [сайт]. – URL: https://vk.com/video8733459_456241002 (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.4. Курс «Теория вероятностей – наука о случайности» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/2911/promo> (дата обращения: 14.08.2024)
- 8.5. Шень, А Вероятность : примеры и задачи / А. Шень. 4-е изд., стереотипное. М. : МЦНМО, 2016. – 72 с. – ISBN 978-5-4439-0920-2– Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.6. Райгородский, А. Теория вероятностей для начинающих – Текст : электронный / А. Райгородский, М. Жуковский // Образовательная платформа openecourser.com/ [сайт]. – URL: <https://openecourser.com/course/cgo79c/teoriiaveroiatnostei-dlia-nachinaiushchikh> (дата обращения: 14.08.2024)
- 8.7. Курс «Основы теории графов» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/126/promo/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.8. Курс «Основы дискретной математики» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/1127/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.9. Курс «Программирование на Python» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/67/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.10. Курс «Программирование на Python для решения олимпиадных задач» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66634/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.11. Python: основы и применение – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.12. Атвел, К. Самые большие солнечные электростанции на Земле – Текст : электронный / Кейб Атвел // Радиолоцман, 2019, № 6 – URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=600887> (дата обращения: 14.08.2024).
- 8.13. Савватеев, А. В. Теория и практика аукционов / А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. – Текст : электронный // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2018. № 3. – URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2018/03/2018-03-19.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).

**Бюджетное учреждение высшего образования
Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
«Сургутский государственный университет»**

СОГЛАСОВАНО

Директор РМЦ ДОД

_____/Е.С. Титаренко/

«05» августа 2016 г.

**Рабочая программа базового кружка
«Введение в современное инженерное образование»**

Возраст обучающихся: 15-16 лет

Срок реализации: 2 год

Объем 108 академических часов

город Сургут, 2026 год

Авторы программы:

Просекин Михаил Юрьевич, к.ф.-м.н., руководитель профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель компании ИнСитиЛаб

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

Чекан Михаил Андреевич, разработчик профилей «Технологии беспроводной связи» и «Интеллектуальные энергетические системы» НТО

Согласовано:

Директор Регионального модельного
центра дополнительного образования
детей Ханты-Мансийского автономного
округа – Югры



Е. С. Титаренко

Пояснительная записка

1. Цель и планируемые результаты

Цель: введение в современную инженерию, повышение мотивации и уровня предметных знаний, подготовка к НТО, а также профориентация и профнавигация с обнаружением региональных вузов.

Планируемые результаты:

Знакомство с киберфизикой и современной инженерией. Развитие навыков решения инженерных задач, умение работать в команде. Опыт работы с разными программными средами и разными физическими системами (исследование и управление ими). Деятельностная профориентация учащихся, формирование базовой технической и инженерной грамотности.

Предметные результаты:

Будут знать:

- базовые понятия беспроводных технологий связи: киберфизика, физическая система, сигнал, модуляция, цифровая и аналоговая передача сигнала, кодирование и декодирование, помехозащищенные коды, программирование расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС),
- методы исследования каналов связи и обработки сигналов;
- методы борьбы с шумами.

Будут уметь:

- работать в различных программных средах с разными физическими системами;
- исследовать различные физические системы и управлять ими;
- работать с программной реализацией алгоритмов решения математических задач;
- работать с анализом информации разных типов: графической, текстовой;
- работать с данными, вероятностными моделями, математическими функциями

Будут владеть:

- опытом решения заданий НТО по математике, физике, информатике;
- опытом решения задач первого и второго туров текущего года Олимпиады;
- опытом управления различными физическими системами;
- опытом командного участия в турнирных играх и соревнованиях на стендах;
- навыками сотрудничества со сверстниками в образовательной, учебно-исследовательской деятельности.

Метапредметные результаты освоения программы обучающимися:

Будут развиты:

- умение работы с разными программными средами и разными физическими системами;
- умение исследования физических систем и управления ими;
- умение работать с программной реализацией алгоритмов решения математических задач;
- умение к моделированию.

- умение работать с данными, вероятностными моделями, математическими функциями;
- умение самостоятельно и дисциплинированно работать;
- умение анализировать результаты своей работы;
- умение проверять гипотезы;
- умение декомпозировать задачи;
- умение участвовать в инженерных соревнованиях;
- умение работать в команде;
- умение рационально распределять роли в ходе решения задач и закреплять зоны ответственности.

Личностные результаты освоения программы обучающимися:

Будут понимать:

- ценность работы в команде, важность ответственного отношения к работе в команде;
- ценность инженерной деятельности, инженерного образования;
- ценность изучения современных технологий;
- сознательное отношение к получению предметных знаний;
- ценность и возможность продолжения учебы в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям в области современной инженерии;
- ценность участия в различных инженерных соревнованиях (в том числе НТО) и различных мероприятиях (в том числе в рамках НКФП).

Форма и режим занятий:

Занятия проводятся в очном формате – 3 академических часа в неделю.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

№п/п	Название модуля	Количество академических часов			Ориентировочные даты
		Всего	Теория	Практика	
Модуль «Киберфизика-связь. Каналы и протоколы связи» (36 часов)					
1	Сложные протоколы связи	12		12	
2	Турнир юных киберфизиков	6		6	
3	Модуляция и декомпозиция сигналов	12		9	
4	Турнир юных киберфизиков	6		6	
	Итого	36	3	33	
Модуль «НТО второй тур профиля ИЭС» 36 часов (вариант 1)					
1	Решение задач на тему «Теория игр»	6		6	
2	Решение задач на тему «Математические модели»	6		6	

3	Решение задач на тему «Теория вероятностей»	6		6	
4	Решение задач на тему «Алгоритмы»	6		6	
5	Решение задач на тему «Графы»	6		6	
6	Решение задач на тему «Аукционы»	6		6	
	Итого	36		36	
Модуль «НТО второй тур профиля ТБС» 36 часов (вариант 2)					
1	Решение задач на тему «Анализ данных»	6		6	
2	Решение задач на тему «Кодирование-декодирование»	6		6	
3	Решение задач на тему «Алгоритмы»	6		6	
4	Решение задач на тему «Работа с кодами»	6		6	
5	Решение задач на тему «Канал связи»	6		6	
6	Решение задач на тему «Автономное управление»	6		6	
	Итого	36		36	
Модуль «Киберфизика-управление. Управление техническими системами» 36 часов					
1	Кейсы	18	3	15	
2	Каналы связи в распределенных системах	12	3	9	
3	Турнир юных киберфизиков	6		6	
	Итого	36	6	30	
	Итого программы	108	9	99	

2.2. Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий*
1 год	09. 09. 2025	Май 2026	36	108	гибридный

* в очном формате – 3 академических часа в неделю; – в онлайн форматах – 1 раз в неделю по 2-3 академических часа; в очном формате, по программе образовательных интенсивов – 8 акад. часов в день.

2.3. Календарно-тематическое планирование

1. Календарно-тематическое планирование					
№ п/п	Название модуля	Количество академических часов			Ориентировочные даты
		Всего	Теория	Практика	
1 полугодие					
Модуль «Киберфизика-связь. Каналы и протоколы связи» (36 часов)					
1	Сложные протоколы связи	12		12	
1.1	Протоколы связи в акустическом канале	3		3	
1.2	Протоколы связи в оптическом канале	3		3	
1.3	Протоколы связи для передачи данных по различным каналам связи.	6		6	
2	Турнир юных киберфизиков	6		6	
3	Модуляция и декомпозиция сигналов	12	3	9	
3.1	Декомпозиция сложных сигналов. Методы математической обработки данных.	3	3	6	
3.2	Работа с дифференциальными кодами - понятие градиентного кода, понятие дифференциального кода.	3		3	
3.3	Исследование «хроматических» кодов - изучение аддитивной и субтрактивной модели цвета на стенде «Каналы связи и кодирование»	3		3	
4	Турнир юных киберфизиков	6		6	
	Итого	36	3	33	
Модуль «НТО второй тур профиля ИЭС» 36 часов (вариант 1)					
1	Решение задач на тему "Теория игр"	6		6	

2	Решение задач на тему "Математические модели"	6		6	
3	Решение задач на тему "Теория вероятностей"	6		6	
4	Решение задач на тему "Алгоритмы"	6		6	
5	Решение задач на тему "Графы"	6		6	
6	Решение задач на тему "Аукционы"	6		6	
	Итого	36		36	

Модуль «НТО второй тур профиля ТБС» 36 часов (вариант 2)

1	Решение задач на тему "Анализ данных"	6		6	
2	Решение задач на тему "Кодирование-декодирование"	6		6	
3	Решение задач на тему "Алгоритмы"	6		6	
4	Решение задач на тему "Работа с кодами"	6		6	
5	Решение задач на тему "Канал связи"	6		6	
6	Решение задач на тему "Автономное управление"	6		6	
	Итого	36		36	

2 полугодие

Модуль «Киберфизика-управление. Управление техническими системами» 36 часов

1	Кейсы	18	3	15	
2	Каналы связи в распределенных системах	12	3	9	
2.1	Введение понятия Кибергена. Каналы связи для данных и для прошивок микроконтроллеров.		3	9	
3	Турнир юных киберфизиков	6		6	
	Итого	36	6	30	
	Итого программы	108	9	99	

3. Содержание обучения

Тема 1 «Сложные протоколы связи»

Протоколы связи в акустическом канале. Протоколы связи в оптическом канале. Протоколы связи для передачи данных по различным каналам связи.

Тема 2 «Турнир юных киберфизиков»

Полный турнир с применением всех понятий, изученных в рамках программы.

Тема 3 «Модуляция и декомпозиция сигналов»

Декомпозиция сложных сигналов. Методы математической обработки данных. Работа с дифференциальными кодами – понятие градиентного кода, понятие дифференциального кода. Работа с дифференциальными кодами – понятие градиентного кода, понятие дифференциального кода. Исследование «хроматических» кодов – изучение аддитивной и субтрактивной модели цвета. Исследование «хроматических» кодов – изучение аддитивной и субтрактивной модели цвета на стенде «Каналы связи и кодирование».

Тема 4 «Турнир юных киберфизиков»

Полный турнир с применением всех понятий, изученных в рамках программы.

Тема 5 «Подготовка к НТО второй тур профиля ИЭС» (вариант 1)

Решение задач на тему «Теория игр». Решение задач на тему «Математические модели». Решение задач на тему «Теория вероятностей». Решение задач на тему «Алгоритмы». Решение задач на тему «Графы». Решение задач на тему «Аукционы».

Тема 6 «Подготовка к НТО второй тур профиля ТБС» (вариант 1)

Решение задач на тему «Анализ данных». Решение задач на тему «Кодирование-декодирование». Решение задач на тему «Алгоритмы». Решение задач на тему «Работа с кодами». Решение задач на тему «Канал связи». Решение задач на тему «Автономное управление».

Тема 7 «Кейсы»

Реализация сценарных кейсов в ПРИМС

Тема 8 «Каналы связи в распределенных системах»

Введение понятия Кибергена. Каналы связи для данных и для прошивок микроконтроллеров.

Тема 9 «Турнир юных киберфизиков»

Полный турнир с применением всех понятий, изученных в рамках программы.

4. Формы, виды контроля и оценочные материалы

Виды контроля:

- *предварительный контроль* проводится в начале реализации Программы в виде беседы;
- *текущий контроль* участие в соревнованиях программы, в том числе в 1 и 2 туре НТО;
- *итоговый контроль* участие в итоговом соревновании.

Формы и содержание итоговой аттестации:

Итоговая аттестация представляет собой выступление команд в итоговых соревнованиях.

- *итоговый контроль* участие в итоговом соревновании.

Формы и содержание итоговой аттестации:

Итоговая аттестация представляет собой выступление команд в итоговых соревнованиях.

Критерии оценки достижения планируемых результатов

Уровни освоения Программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают отличное практическое применение знаний и навыков во время соревнований
Средний уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований, но некоторые навыки требуют доработки, а некоторые задания вызывают трудности
Низкий уровень освоения Программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание Программы. На соревнованиях показывают практическое применение знаний и навыков во время соревнований не соответствует требованиям и задания на соревнованиях вызывают непреодолимые трудности

5. Организационно-педагогические условия реализации программы

5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение программы:

- помещение;
- проектор;
- ноутбук с доступом в интернет и необходимым программным обеспечением (по количеству обучающихся и для преподавателя);
- флипчарт;
- маркеры для флипчарта;
- офисный принтер (струйный или лазерный);
- расходные материалы (пленка для офисного принтера, маркеры, изолента).

5.2. Специализированное оборудование:

Оборудование для занятий в кружке

- Стенд «Каналы связи и кодирования» - 1 штука/*Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «ИК» (ТЮК «ИК») – 2 штук.
- Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика» (ТЮК «Акустика») – 6 штук.
- Комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний» (ТЮК «Машины состояний») – 4 штуки.
- Набор преподавателя к ТЮК «Машины состояний» – 1 штука
- Учебно-игровой набор «Кибермишка» – 12 штук.

Дополнительное оборудование для проведения турниров юных киберфизиков:

- Образовательный стенд для проведения соревнований по киберфизике и технологиям связи «Полигон-Акустика» - 1 штука

- Стенд «Узконаправленные низкоэнергетические каналы связи» образовательного комплекса «Беспроводные технологии связи» – 1 или 2 штуки.

5.3. Информационное обеспечение программы:

- методическое пособие для педагога;
- разработки занятий;
- интернет источники;
- в основу методических материалов для самостоятельного изучения отраслей положен образовательный модульный видео-курс, который включают видео-лекции на темы, необходимые к освоению на профиле «Технологии беспроводной связи» : <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=19>;
- в основу методических рекомендаций положен образовательный модульный видео-курс, который включают видео-лекции на темы, необходимые к освоению на профиле «Интеллектуальные энергетические системы» : <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=18>;
- в основу методических материалов для практических семинаров положен видео-курс <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=4> по разбору задач прошлых лет, сгруппированный по темам необходимых к освоению на профиле «Интеллектуальные энергетические системы»;
- в основу методических материалов для практических семинаров положен видео-курс <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=3> по разбору задач прошлых лет, сгруппированный по темам необходимых к освоению на профиле «Технологии беспроводной связи».

5.4. Кадровое обеспечение Программы

Реализацию программы осуществляет педагог дополнительного образования, имеющий высшее или среднее (профессиональное) образование по информационно-технологическому профилю, физике, или математике. Дополнительно, для обеспечения работы компьютерной техники, привлекается лаборант.

5.5. Учебно-методическое обеспечение Программы

Список литературы для преподавателя:

9. Кодирование данных.
- 9.1. Помехоустойчивое кодирование с использованием различных кодов – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/111336/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 9.2. Коды Рида-Соломона. Часть 1 – теория простым языком – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/336286/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 9.3. Коды Рида-Соломона. Часть 2 – арифметика полей Галуа – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/341506/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 9.4. Коды Хэмминга – Григорий Кабатянский – Видео : электронный / Платформа rutube.ru [сайт]. – URL: <https://rutube.ru/video/fd14645413a0c696d1f059ce41f32d22/> (дата обращения: 14.08.2024).

10. Математические методы обработки данных.
 - 10.1. Линейная аппроксимация – Текст : электронный // Платформа prog-cpp.ru/ [сайт]. – URL: <https://prog-cpp.ru/mnk/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 10.2. Аппроксимация функции – Текст : электронный // Платформа libraryno.ru [сайт]. – URL: <https://libraryno.ru/3-3-approksimaciya-funkcii-matmodosipkina/> (дата обращения: 14.08.2024).
11. Форматы данных и сжатие данных.
 - 11.1. Методы сжатия данных – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/251295/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 11.2. Обзор методов сжатия данных – Текст : электронный // Платформа compression.ru [сайт]. – URL: <http://www.compression.ru/arctest/descript/methods.htm> (дата обращения: 14.08.2024)
12. Автокорреляционная функция.
 - 12.1. Нежное введение в автокорреляцию и частичную автокорреляцию – Текст : электронный // Платформа russianblogs.com [сайт]. – URL: <https://russianblogs.com/article/26001309458/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 12.2. Основы ЦОС: Корреляционная функция – Видео : электронный / Платформа rutube.ru [сайт]. – URL: <https://rutube.ru/video/01bb4b588132ee80575f0b26edf79eee/> (дата обращения: 14.08.2024).
13. Необходимые основы программирования на Python.
 - 13.1. Программирование на Python – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/67/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (достаточная база, особое внимание урокам 3.8 и 3.9.).
 - 13.2. Программирование на Python для решения олимпиадных задач – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66634/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание третьему модулю).
 - 13.3. Python : основы и применение – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (затрагивает некоторые глубокие особенности языка, но нет уроков по библиотекам обработки данных).
14. Основы программирования на C.
 - 14.1. Керниган, Б. В. Язык программирования C / Перевод с английского / Брайан Керниган, Деннис Ритчи. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва, Санкт-Петербург : Диалектика, 2020. – 288 с. ил. табл.; 25. – ISBN 978-5-907144-14-9 – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 14.2. Программирование на языке C++ для решения олимпиадных задач – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66646/promo> (дата обращения: 14.08.2024) (наиболее сбалансирован по глубине, особое внимание тестированию).

15. Основы программирования на Java.
- 15.1. Урок J-15. Форматирование чисел и текста в Java – Текст : электронный // Образовательная платформа study-java.ru [сайт]. – URL: <https://study-java.ru/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 15.2. Основы машинного обучения – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://openedu.ru/> [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/INTRML/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 15.3. Код. Тайный язык информатики / Чарльз Петцольд ; пер. с англ. О. Сивченко ; [науч. ред. В. Артюхин, А. Гизатулин]. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2019. — 448 с. – ISBN 978-5-00117-545-2 – – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://electronics-nsu.onrender.com/> [сайт]. – URL: <https://clck.ru/3CdexS> (дата обращения: 14.08.2024).
16. Интеллектуальные энергетические системы
- 16.1. Курс «Теория игр» от Школы «Интеллектуал» и проекта «Дети и наука» – Текст : электронный // Образовательная платформа [childrenscience.ru/](https://childrenscience.ru/courses/math_games/) [сайт]. – URL: https://childrenscience.ru/courses/math_games/ (дата обращения: 14.08.2024) (курс очень живо и интересно, погрузит вас в мир игр).
- 16.2. Курс «Теория игр» – Текст : электронный // Образовательная платформа openedu.ru/ [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/TIGR/?session=2022> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.3. Александр Филатов. Теория и практика аукционов – Видео : электронный / ВКонтакте [сайт]. – URL: https://vk.com/video8733459_456241002 (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.4. Курс «Теория вероятностей – наука о случайности» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/2911/promo) [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/2911/promo> (дата обращения: 14.08.2024)
- 16.5. Шень, А Вероятность : примеры и задачи / А. Шень. 4-е изд., стереотипное. М. : МЦНМО, 2016. – 72 с. – ISBN 978-5-4439-0920-2– Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://nsu.ru/xmlui/bitstream/handle/nsu/9058/kr.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.6. Райгородский, А. Теория вероятностей для начинающих – Текст : электронный / А. Райгородский, М. Жуковский // Образовательная платформа [opencourser.com/](https://opencourser.com/course/cgo79c/teoriia-veroiatnostei-dlia-nachinaishchikh) [сайт]. – URL: <https://opencourser.com/course/cgo79c/teoriia-veroiatnostei-dlia-nachinaishchikh> (дата обращения: 14.08.2024)
- 16.7. Курс «Основы теории графов» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/126/promo/) [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/126/promo/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.8. Курс «Основы дискретной математики» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/1127/promo) [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/1127/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.9. Курс «Программирование на Python» – Текст : электронный // Образовательная платформа [stepik.org/](https://stepik.org/course/67/promo) [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/67/promo> (дата обращения: 14.08.2024).

- 16.10. Курс «Программирование на Python для решения олимпиадных задач» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/66634/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.11. Python: основы и применение – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.12. Атвел, К. Самые большие солнечные электростанции на Земле – Текст : электронный / Кейб Атвел // Радиолоцман, 2019, № 6 – URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=600887> (дата обращения: 14.08.2024).
- 16.13. Савватеев, А. В. Теория и практика аукционов / А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. – Текст : электронный // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. 2018. № 3. – URL: <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2018/03/2018-03-19.pdf> (дата обращения: 14.08.2024).