

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



СОГЛАСОВАНО

Директор РМЦДОД

/Е.С. Титаренко/

2024 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

/Е.В. Коновалова/

« 19 »

2024 г.

**Региональная сетевая
дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Интеллектуальные энергетические системы»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 1 год

Объем: 276 академических часов

город Сургут, 2024 год

Автор программы:

Просекин Михаил Юрьевич, руководитель профиля «Интеллектуальные энергетические системы» НТО, руководитель компании ИнСитиЛаб;
Цивилева Дарья Михайловна, координатор профиля «Интеллектуальные энергетические системы» НТО;
Иванова Олеся Денисовна, разработчик профиля «Интеллектуальные энергетические системы» НТО;
Чекан Михаил Андреевич, разработчик профиля «Интеллектуальные энергетические системы» НТО;
Ржечицкий Александр Эдвардович, разработчик профиля «Интеллектуальные энергетические системы» НТО.

Согласовано:

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



Е.С. Титаренко

Пояснительная записка.

Введение.

В современном мире развития цифровых технологий увеличивает необходимость внимания к критическим инфраструктурам, в том числе энергетике. Энергетика — сложная уже существующая система, и её возможно преобразовать, используя новые технологии, но невозможно новым технологиям подчинить. Это требует одновременно глубокого понимания технического и технологического устройства существующих энергосистем, и понимания принципов и возможностей новых технологий. Эти навыки нужно не только совместить, но и тщательно синтезировать, чтобы проектировать не системы будущего, но системы, более эффективные, чем существующие, обладающие большим модернизационным потенциалом, и устойчивые в течение длительного времени, как технически, так технологически и финансово. «Энергосистемы будущего» должны будут не просто существовать — они должны будут стабильно работать. В совокупности это сложнейшая открытая задача. Выделить в ней ключевые моменты, основные технологии и способы их взаимодействия является ключевым в том, чтобы готовить принципиально новое поколение специалистов новыми способами обучения.

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 «Интеллектуальные энергетические системы» (ИЭС).

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. Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 – 2030 годы»;
- Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»;
- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»;
- Указ Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации»;
- Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и на перспективу до 2036 года;
- Концепция развития системы дополнительного образования детей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры до 2030 г., утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 № 678-р;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 30.07.2020 № 845/369 «Об утверждении Порядка зачета организацией, осуществляющей образовательную деятельность, результатов освоения обучающимися учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ в других организациях, осуществляющих образовательную деятельность»;
- Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от 05.08.2020 № 882/391 «Об организации и осуществлении образовательной деятельности при сетевой форме реализации образовательных программ»;
- Постановление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 28.09.2020 № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания».

1.2. Направленность: техническая

1.3. Актуальность программы:

В условиях исполнения задач по достижению технологического суверенитета одним из наиболее актуальных направлений является подготовка кадров в энергетике, включая 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.

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 такой 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 профилю «Интеллектуальные энергетические системы» является одним из важнейших инструментов в области трансформации образования и профориентации школьников в эти перспективные для страны и региона направления.

1.4. Цель программы

Подготовка обучающихся к Национальной технологической олимпиаде по профилю «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;
- 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.

1.5. Отличительная особенность программы: является ознакомление с областью знаний интеллектуальные энергетические системы, ее 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.

1.6. 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.

1.7. Объем программы: 276 академических часа на протяжении одного учебного года.

1.8. Форма и режим занятий:

Занятия проводятся:

- в очном формате, по программе базового кружка – 3 академических часа в неделю;

- в онлайн форматах - 1 раз в неделю по 1 академический час;

- 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.

1.9. Уровень освоения программы: разноуровневая.

«Введение в современное инженерное образование» – базовый уровень.

«Интенсив 1.0» – базовый уровень.

«Интенсив 1.0» – базовый уровень

«Подготовка к НТО» – базовый уровень.

«Интенсив 2.0» - продвинутый уровень.

«Интенсив 3.0» - продвинутый уровень

1.10. 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 останковки 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 вероятности;

- 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 решение 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 защиты представленной итоговой работы и завершено 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»			
1.1	Вводный модуль	4	2	2
1.2	Регистрация на НТО	2	2	
1.3	Сигнал в различных средах	6	4	2
1.4	Модуляция сигналов	10	4	6
1.5	Турнир юных киберфизиков ТЮК-1 «Акустика»	2		2
1.6	Кодирование	10		10
1.7	Введение во второй тур НТО	2	2	
1.8	Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 1	4		4
1.9	ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы	8	2	6
1.10	ПРИМС и схемотехника	18		18
1.11	Турнир МС-ТЮК	4		4
1.12	Кодирование	14		14
1.13	Турнир юных киберфизиков ТЮК-2 «Акустика»	4		4
1.14	Модуляция и декомпозиция сигналов	14	2	12
1.15	Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 2	4		4
1.16	Итоговое занятие	2	2	
	Итого программы	108	20	88
2.	Региональный компонент программы (вариативные модули)			

2.1.	Интенсив 1.0	24	4	20
2.2.	Подготовка к НТО (онлайн)	36	9	27
2.4.	Интенсив 2.0	18	4	14
2.5.	Интенсив 3.0	18	4	14
	Итого, региональный компонент	96	21	75
3.	Федеральный компонент программы (вариативные модули)			
3.1.	1 тур НТО	18		18
3.2.	2 тур НТО	36		36
3.3.	Вебинары от разработчиков профилей	6	6	
3.4.	Разборы задач 2 тура текущего года	12		12
	Итого, федеральный компонент	72	6	66
	Всего	276		

2.2. Календарный учебный график

№п/п	Период реализации 2024-2025 уч. г.	Модуль
1	Сентябрь 2024 – май 2025	Программа базового кружка «Введение в современное инженерное образование»
2	Ноябрь 2024	Интенсив 1.0
3	Сентябрь 2024 – май 2025	«Подготовка к НТО» (онлайн)
4	Февраль 2025	Интенсив 2.0
5	Апрель 2025	Интенсив 3.0

3. Организационно-педагогические условия реализации программы

3.1. Материально-техническое обеспечение:

лекционная аудитория с проектором, интерактивной доской, возможностью выхода в интернет с необходимым программным обеспечением (по количеству обучающихся и для преподавателя).

3.2. Оборудование

№	Наименование	Количество, шт
	стенд «Интеллектуальные энергетические системы»	1
	комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика» (ТЮК «Акустика»)	6

комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний» (ТЮК «Машины состояний»)	6
набор по схемотехнике	6
флипчарт	1
маркеры для флипчарта	4
офисный принтер (струйный или лазерный)	1
изолента	1

3.3. Кадровое обеспечение программы:

- доцент, кандидат наук;
- 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

1. Список литературы для преподавателя:

- 1.1. Кодирование данных.
 - 1.1.1. Помехоустойчивое кодирование с использованием различных кодов – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/111336/> (дата обращения: 14.08.2024).
 - 1.1.2. 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).
 - 1.1.3. 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).

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

1.2. Математические методы обработки данных.

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

1.2.2. Аппроксимация функции – Текст : электронный // Платформа libraryno.ru [сайт]. – URL: <https://libraryno.ru/3-3-approksimaciya-funkcii-matmodosipkina/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.3. Форматы данных и сжатие данных.

1.3.1. Методы сжатия данных – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/251295/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.3.2. 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)

1.4. Автокорреляционная функция.

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

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

2. Необходимые основы программирования на Python.

2.1. 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.).

2.2. 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).

2.3. 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).

3. Основы программирования на C.

3.1. 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).

3.2. 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).

4. Основы программирования на Java.

4.1. 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).

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

4.3. 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).

5. Интеллектуальные энергетические системы

5.1. 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).

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

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

5.4. 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)

5.5. А. Шень. Вероятность: примеры и задачи. | 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).

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

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

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

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

5.10. 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).

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

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

5.13. А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. Теория и практика аукционов – 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/

20 26 г.

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

Возраст обучающихся: 14-15 лет

Срок реализации: 1 год

Объем 108 академических часов

город Сургут, 2024 год

Авторы модуля:

Просекин Михаил Юрьевич, руководитель профиля «Технологии беспроводной связи» НТО, руководитель компании ИнСитиЛаб

Цивилева Дарья Михайловна, координатор профиля «Технологии беспроводной связи» НТО

Иванова Олеся Денисовна, разработчик профиля «Технологии беспроводной связи» НТО

Чекан Михаил Андреевич, разработчик профиля «Технологии беспроводной связи» НТО

Ржечицкий Александр Эдвардович, разработчик профиля «Технологии беспроводной связи» 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, профессиональное самоопределение.

Планируемые результаты

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),
- представления о реальных физических системах, приборах и программных средах;
- методы исследования каналов связи и обработки сигналов;
- методы борьбы с шумами;
- базовую схемотехнику;
- о значении информации и передачи сигналов для мобильности, безопасности, оценки происходящих события, принятия ответственных решений во всех сферах жизнедеятельности современного общества;
- представление об инженерных профессиях будущего.

Будут уметь:

- работать с разными программными средами и разными физическими системами;
- проводить исследования физических систем;
- работать с программной реализацией алгоритмов решения математических задач;
- анализировать информацию разных типов: графической, текстовой;
- осуществлять самостоятельный поиск и верификации информации;
- применять базовые навыки схемотехники.

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:

- 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;
- интерес к будущей профессиональной инженерной деятельности.

Форма и режим занятий:

Занятия проводятся в очном формате – 4 академических часа в неделю.

2. Организационно-педагогические условия реализации программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование раздела	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводный модуль	4	2	2	
2	Регистрация на НТО	2	2		
3	Сигнал в различных средах	6	4	2	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
4	Модуляция сигналов	10	4	6	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
5	Турнир юных киберфизиков ТЮК-1 «Акустика»	2		2	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
6	Кодирование	10		10	Решение олимпиадных заданий первого тура НТО
7	Введение во второй тур НТО	2	2		

8	Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 1	4		4	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
9	ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы	8	2	6	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
10	ПРИМС и схемотехника	18		18	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
11	Турнир МС-ТЮК	4		4	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
12	Кодирование	14		14	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
13	Турнир юных киберфизиков ТЮК-2 «Акустика»	4		4	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
14	Модуляция и декомпозиция сигналов	14	2	12	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
15	Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 2	4		4	Решение олимпиадных заданий второго тура НТО
16	Итоговое занятие	2	2		
	Итого	108	20	88	

2.2. Календарный учебный график

Год обучения	Дата начала обучения	Дата окончания обучения	Всего учебных недель	Количество учебных часов	Режим занятий*
1 год	16. 09. 2024	Май 2025	36	244	гибридный

* в очном формате – 4 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			Даты проведения
		Всего	Теория	Практика	
1-е полугодие					
1	Вводный модуль	4	2	2	
1.2	Вводное занятие	2	2		
1.2	Турнир юных киберфизиков ТЮК-Вводный «Акустика»	2		2	
2	Регистрация на НТО	2	2		после запуска 1 этапа НТО с 16 сентября
3	Сигнал в различных средах	6	4	2	
3.1	Характеристики сигнала. Канал связи – приемник, передатчик, среда. На примере акустического канала связи с применением комплектов ТЮК «Акустика».	4	2	2	
3.2	Изучение сигнала в оптическом канале связи на стенде «Каналы связи и кодирование»	2	2		
4	Модуляция сигналов	10	4	6	
4.1	Знакомство с понятием модуляции. Изучение видов модуляции. Работа с оптомеханической модуляцией на стенде «Каналы связи и кодирование». Понятие широтно-импульсной модуляции.	4	2	2	
4.2	Работа с оптомеханической модуляцией на стенде «Каналы связи и кодирование». Понятие амплитудной модуляции. Понятие амплитудно-широтной модуляции.	2		2	
4.3	Работа с видами модуляции в акустическом канале с применением комплектов ТЮК «Акустика». Шумы и помехи. Фазовая и частотная модуляция	4		4	
5	<u>Турнир юных киберфизиков ТЮК-1 «Акустика»</u>	2		2	октябрь

6	Кодирование	10		10	
6.1	Способы кодирования и декодирования. Системы исчисления. Введение в помехозащищённые коды. Решение задач	4		4	
6.2	Код Хемминга на стенде «Каналы связи и кодирование»	2		2	
6.3	Решение задач	2		2	
6.4	Коды с различными видами модуляции на стенде «Каналы связи и кодирование»	2		2	
7	<u>Введение во второй тур НТО</u>	2	2		после запуска 2 этапа НТО с 13 ноября
8	<u>Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 1</u>	4		4	декабрь
9	ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы	8	2	6	
9.1	Понятие иерархических машин состояний. События и действия в парадигме ПРИМС	2	2		
9.2	Знакомство с интерфейсом IDE. Знакомство со стендом МС-ТЮК.	2		2	
9.3	Сборка схем на МС-ТЮК в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	2		2	
9.4	Сборка схем на МС-ТЮК в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	2		2	
2-е полугодие					
10	ПРИМС и схемотехника	18		18	
10.1	Сборка и программирование схем в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	4		4	
10.2	Сборка и программирование схем в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	2		2	
10.3	Сборка и программирование схем в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	4		4	

10.4	Сборка и программирование схем в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	2		2	
10.5	Сборка и программирование схем в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	4		4	
10.6	Сборка и программирование схем в парадигме ПРИМС. Работа в IDE.	2		2	
11	<u>Турнир МС-ТЮК</u>	4		4	февраль
12	Кодирование	14		14	
12.1	Создание программ на кодирование и декодирование сигналов с применением комплектов ТЮК «Акустика»	2		2	
12.2	Создание программ на кодирование и декодирование сигналов с применением комплектов ТЮК «Акустика»	4		4	
12.3	Создание программ на кодирование и декодирование сигналов с применением комплектов ТЮК «Акустика»	2		2	
12.4	Создание программ на кодирование и декодирование сигналов на стенде «Каналы связи и кодирование»	4		4	
12.5	Создание программ на кодирование и декодирование сигналов на стенде «Каналы связи и кодирование»	2		2	
13	<u>Турнир юных киберфизиков ТЮК-2 «Акустика»</u>	4		4	апрель
14	Модуляция и декомпозиция сигналов	14	2	12	
14.1	Работа с дифференциальными кодами - понятие градиентного кода, понятие дифференциального кода.	2		2	
14.2	Работа с дифференциальными кодами - понятие градиентного кода, понятие дифференциального кода	4		4	
14.3	Исследование «хроматических» кодов - изучение аддитивной и субтрактивной модели цвета	2	2		

14.4	Исследование «хроматических» кодов - изучение аддитивной и субтрактивной модели цвета на стенде «Каналы связи и кодирование»	4		4	
14.5	Работа с физическими характеристиками стенда	2		2	
15	Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 2	4		4	май
16	Итоговое занятие и занятие	2	2		
	Итого программы	108	20	88	

3. Содержание обучения

Тема 1 «Вводный модуль»

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 оптомеханической модуляцией на стенде «Каналы связи и кодирование». Понятие широтно-импульсной модуляции.

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

Работа с сигналами и методами модуляции сообщений в акустическом канале.

Тема 6 «Кодирование»

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

Тема 7 «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 8 «Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 1»

Турнир по кодированию сообщений.

Тема 9 «ПРИМС. Введение в алгоритмы и схемы»

Знакомство с программированием расширенных иерархических машин состояний (ПРИМС).

Занятия на МС-ТЮК с освоением первых навыков работы в среде ПРИМС

Тема 10 «ПРИМС и схемотехника»

Погружение в схемотехнику с применением цифрового управления и совместимого с IDE.

Продумывание функциональности и создания на макетной плате прототипа устройства из микроэлектронных компонент, продумывание алгоритма работы и реализация его в IDE, тестирование и отладка алгоритма на прототипе схемы, собранной на макетной плате. Работа с возможностью цифрового управления собранными устройствами с помощью среды ПРИМС.

Тема 11 «Турнир МС-ТЮК»

Турнир с проектированием схем в парадигме ПРИМС.

Тема 12 «Кодирование»

Написание программ кодирования и декодирования для передачи данных по различным каналам связи. Передача данных по акустическому каналу, подбор параметров канала, разработка собственного протокола для акустического канала, составление своей посылки, обработка обратной связи от программы-декодера.

Тема 13 «Турнир юных киберфизиков ТЮК-2 «Акустика»

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

Тема 14 «Модуляция и декомпозиция сигналов»

Работа с дифференциальными кодами - понятие градиентного кода, понятие дифференциального кода. Исследование «хроматических» кодов - изучение аддитивной и субтрактивной модели цвета.

Тема 15 «Турнир на стенде «Каналы связи и кодирование» 2»

Турнир с созданием собственных модулирующих кодов.

Тема 16 Итоговое занятие

Рефлексия курса

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 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:

- стенд «Каналы связи и кодирования»
- комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Акустика» (ТЮК «Акустика») – 6 штук
- комплект для проведения турнира юных киберфизиков «Машины состояний» (ТЮК «Машины состояний») – 6 штук
- набор по схемотехнике – 6 штук

5.3. Информационное обеспечение программы:

- методическое пособие для педагога;
- разработки занятий;
- интернет источники;
- программное обеспечение программы:
 - Среда для программирования на Python, C, C++, Java, Excel
 - Браузер (Yandex, Google, Opera)

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.

5.4. Учебно-методическое обеспечение Программы

2. Список литературы для преподавателя:

2.1. Кодирование данных.

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

1.1.2. 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).

1.1.3. 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).

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

1.2. Математические методы обработки данных.

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

1.2.2. Аппроксимация функции – Текст : электронный // Платформа libraryno.ru [сайт]. – URL: <https://libraryno.ru/3-3-approksimaciya-funkcii-matmodosipkina/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.3. Форматы данных и сжатие данных.

1.3.1. Методы сжатия данных – Текст : электронный // Платформа habr.com [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/251295/> (дата обращения: 14.08.2024).

1.3.2. Обзор методов сжатия данных – Текст : электронный // Платформа [compression.ru](http://www.compression.ru) [сайт]. – URL: <http://www.compression.ru/arctest/descript/methods.htm> (дата обращения: 14.08.2024)

3.4. Автокорреляционная функция.

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

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

4. Необходимые основы программирования на Python.

2.1. 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.).

- 2.2. 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).
- 2.3. 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).
5. Основы программирования на C.
- 3.1. 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).
- 3.2. 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).
4. Основы программирования на Java.
- 4.1. 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).
- 4.2. Основы машинного обучения – Текст : электронный // Образовательная платформа <https://openedu.ru/> [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/INTRML/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 4.3. 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).
5. Интеллектуальные энергетические системы
- 5.1. 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).
- 5.2. Курс «Теория игр» – Текст : электронный // Образовательная платформа openedu.ru/ [сайт]. – URL: <https://openedu.ru/course/hse/TIGR/?session=2022> (дата обращения: 14.08.2024)
- 5.3. Александр Филатов. Теория и практика аукционов – Видео : электронный / ВКонтакте [сайт]. – URL: https://vk.com/video8733459_456241002 (дата обращения: 14.08.2024).
- 5.4. 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)
- 5.5. А. Шень. Вероятность: примеры и задачи. | 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).
- 5.6. А. Райгородский, М. Жуковский. Курс «Теория вероятностей для начинающих» – Текст : электронный // Образовательная платформа opencourser.com/ [сайт]. – URL: <https://opencourser.com/course/cgo79c/teoriia-veroiatnostei-dlia-nachinaiushchikh> (дата обращения: 14.08.2024)
- 5.7. Курс «Основы теории графов» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/126/promo/> (дата обращения: 14.08.2024).
- 5.8. Курс «Основы дискретной математики» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/1127/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 5.9. Курс «Программирование на Python» – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/67/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 5.10. 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).
- 5.11. Python: основы и применение – Текст : электронный // Образовательная платформа stepik.org/ [сайт]. – URL: <https://stepik.org/course/512/promo> (дата обращения: 14.08.2024).
- 5.12. Кейб Атвел. Самые большие солнечные электростанции на Земле – Текст : электронный // Радиолюцман, 2019, № 6 – URL: <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=600887> (дата обращения: 14.08.2024).
- 5.13. А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. Теория и практика аукционов – 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).