



# НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА

**Основная образовательная программа лаборатории**

**“Интеллектуальные энергетические системы”**

дополнительного образования для 8-11 классов

в рамках сетевой образовательной программы по

«Интеллектуальным энергетическим системам»

**Возраст учащихся: 8-11 классы**

**Срок реализации: 108 часов (1 год)**

**Разработчики:**

Команда разработчиков профиля  
«Интеллектуальные энергетические  
системы» НТО (Национально  
технологической олимпиады, ранее  
Олимпиады КД НТИ), компания Полюс-НТ

Иркутск

## Содержание

<b>Пояснительная записка к сетевой образовательной программе по “Интеллектуальным энергетическим системам”</b>	3
Задачи сетевого кружка	4
Форматы развертки сетевого кружка	4
Типы образовательных программ:	4
Площадки, на базе которых возможно создание сетевого кружка	5
Методы и формы решения поставленных задач	5
Виды занятий учащихся	5
Деятельность преподавателя в рамках программы	6
<b>Основная образовательная программа по лаборатории “Интеллектуальные энергетические системы”</b>	7
Задачи основной образовательной программы	7
Возраст детей, участвующих в реализации данной программы	8
Особенности организации учебного процесса для учащихся	8
Особенности организации учебного процесса для преподавателя	8
Сроки реализации программы	9
Входные требования к знаниям, умениям и навыкам	9
Планируемые результаты освоения программы	9
Планируемые предметные результаты	9
Метапредметные результаты обучения	10
Личностные результаты обучения	10
Календарно-тематическое планирование	10
Описание этапов работы на стендах	13
Приложение 1. Методические рекомендации по проведению образовательных семинаров	15
Приложение 2. Список рекомендованной литературы	17

## **Пояснительная записка к сетевой образовательной программе по “Интеллектуальным энергетическим системам”**

Сетевая образовательная программа предполагает реализацию на базе сетевых кружков по Интеллектуальным энергетическим системам.

Создание сетевых кружков на основе профилей НТО (Национально технологической олимпиады, ранее Олимпиады КД НТИ) – направлено на привнесение в образовательное пространство актуального содержания, формирование инженерного и проектного типа мышления, выход всех участников образовательного процесса на другой уровень качества образования.

Сетевой кружок по профилю «Интеллектуальные энергетические системы» НТО – пространство, где наставники вместе с учащимися работают с актуальным содержанием в области Интеллектуальной энергетики, управления критическими инфраструктурами, с применением новых гибридных форм образования.

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 стablyно 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.

НТО по профилю “Интеллектуальные энергетические системы” позволяет школьникам не просто услышать про новые понятия в области энергетики, но и начать с ними работать на практике, сочетая физическое моделирование, программное моделирование, взаимодействие с другими участниками и работу со сложными системами. Данные направления требуют знаний школьного уровня по математике и информатике: теория вероятностей, геометрия, основы анализа, алгоритмы. Кроме базовых школьных знаний и навыков для решения задач профиля требуется самостоятельное освоение следующих тем: теория аукционов, теория игр, теория графов, работа с математическими моделями, программирование на языке Python, основы численных методов в решении математических задач. Навыки программирования являются неотъемлемой частью прохождения программы, так как большинство задач финала требует практической реализации их решения в виде или в составе программ — управляющего скрипта энергосистемы и вспомогательных инструментов для принятия решений.

От этапа к этапу в профиле Олимпиады увеличивается, как сложность задач, так и их специфика. По мере продвижения команд к финальному испытанию проводятся вебинары, хакатоны, предоставляются дополнительные методические материалы по сложным темам.

Методики разработаны таким образом, чтобы снизить требования к специальной подготовке преподавателей при сохранении глубины и качества погружения в сложную, мультидисциплинарную предметную область. Программы построены по принципу последовательного движения от десакрализации основных понятий к актуальному технологическому стеку с глубоким изучением основ.

**Целью сетевого кружка** является ознакомление с областью знаний интеллектуальных энергетических систем, ее практическими применениями в различных сферах, развитие математического, алгоритмического, инженерного и проектного мышления.

### **Задачи сетевого кружка**

- Изучить основные понятия интеллектуальной энергетики.
- Сформировать навыки по построению эффективной модели энергоснабжения.
- Сформировать навыки работы с написанием скриптов на языке Python.
- Сформировать навыки работы 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 сотрудничества со сверстниками в образовательной, учебно-исследовательской деятельности;
- Сформировать сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- Сформировать мотивацию к изучению и исследованию;
- Сформировать мировоззрение, соответствующее современному уровню развития Интеллектуальных энергетических систем.

### **Форматы развертки сетевого кружка**

- Без оснащения оборудованием. Предполагает работу по тематическому направлению “Интеллектуальные энергетические системы” и по подготовке к профилю, используя образовательные онлайн материалы.
- С оснащением оборудованием. Предполагает, как работу вдоль годичного цикла НТО, с занятиями по подготовке к НТО, так и занятия на образовательных стендах «Интеллектуальные энергетические системы» (производитель – компания Полюс-НТ).

### **Типы образовательных программ:**

- Базовая образовательная программа по направлению (32 часа) - предполагает программу, в рамках которой учащиеся занимаются в течении 4 месяцев 1 занятие (2 академических часа) в неделю с педагогом, и 2 часа в неделю учащиеся занимаются самостоятельно. Целью программы является введение учащихся в

тематику направления ИЭС и знакомство учащихся с задачами 2 тура профиля Олимпиады.

- Базовая образовательная программа по профилю (108 часов) - предполагает программу, в рамках которой учащиеся занимаются в течении года 1 занятие (3 академических часа) в неделю с педагогом, и 3 часа в неделю учащиеся занимаются самостоятельно. Целью программы является планомерная подготовка учащихся к участию в соревнованиях по профилю “ИЭС” НТО. Программа включает в себя стадии от ознакомления с НТО и профилем до финального испытания.
- **Основная образовательная программа лаборатории (108 часов)** - предполагает программу, в рамках которой учащиеся занимаются в течении года 1 занятие (3 академических часа) в неделю с педагогом и 3 часа в неделю учащиеся занимаются самостоятельно. Целью программы является освоение тем и навыков работы со сложными системами, с использованием стендов образовательной лаборатории “Интеллектуальные энергетические системы”.

Рабочие программы можно составлять на базе одной из программ или применяя комбинацию Базовой образовательной программы по профилю (108 часов) и Основной образовательной программы лаборатории (108 часов).

### **Площадки, на базе которых возможно создание сетевого кружка**

Общеобразовательные учреждения, Кванториумы, ЦМИТы, Фаблабы, центры дополнительного образования или департаменты довузовской подготовки университета.

### **Методы и формы решения поставленных задач**

Главным преимуществом сетевого кружка является возможность проводить смешанные (гибридные) форматы занятий – очно-дистанционные. Оснащение программ методическими и дидактическими материалами, позволяет проводить занятия различных видов.

### **Виды занятий учащихся**

- Занятия с преподавателем. Возможно проведение в форме очных семинарских занятий или в дистанционном формате в режиме вебинаров. Существуют образовательные семинары и семинары по решению задач. Возможно проведение хакатонов в очном или заочном формате.
- Самостоятельная работа. Изучение образовательных курсов, самостоятельное решение задач.
- Очные лабораторные работы, с использование программно-аппаратных комплексов (в случае оснащения учреждения оборудованием - основная образовательная программа).

- Вебинары от разработчиков профиля (*образовательные программы по профилю*). Посещение вебинаров для программ по профилю является обязательным для учащихся сетевого кружка и показывает их реальную активность и заинтересованность.

#### **Деятельность преподавателя в рамках программы**

- Обучение - посещение вебинаров, прохождение образовательных онлайн курсов, самостоятельная работа с представленными профилем дидактическими материалами. Посещение вебинаров является обязательным требованием к преподавателям сетевого кружка в рамках образовательных программ по профилю и показывает их реальную активность и заинтересованность.
- Подготовка к занятиям - педагог еженедельно проводит подготовку к занятиям с учащимися.
- Проведение занятий - предполагает очный или дистанционный семинар или хакатон.
- Проведение очных лабораторных работ, с использование программно-аппаратных комплексов (*в случае оснащения учреждения оборудованием - основные образовательные программы*).

## **Основная образовательная программа по лаборатории “Интеллектуальные энергетические системы”**

(108 часов программы, 108 часов сам. работы)

Целью программы является освоение тем и навыков работы со сложными системами, с использованием стендов образовательной лаборатории “Интеллектуальные энергетические системы”.

Лаборатория “ИЭС” - современный аппаратно-программный комплекс, созданный для моделирования технологий интеллектуальных сетей и интернета энергии, прогнозирования сложных систем и кооперативного взаимодействия, изучения аукционов и контрактов в рамках дорожной карты EnergyNet. Лаборатория предназначена для обучения, проектной деятельности и проведения инженерных соревнований на разном уровне сложности (для школьников, студентов, магистрантов, специалистов в области энергетики, физики, прикладной информатики, экономики). Цель лаборатории — углубленное знакомство с интеллектуальной энергетикой и концепцией SmartGrid, основами работы сетей электроснабжения и диспетчеризацией, взаимосвязью инженерных и экономических решений в энергетике.

Программа направлена на формирование у учащихся новых типов мышления - управлеченческих компетенций, навыков управления сложными системами, изучения экономических основ в области энергетики. Для самых мотивированных учащихся есть возможность заниматься проектной деятельностью: изучать гипотезы о построении и эффективности smart-grid в различных условиях, исследовать особенности альтернативной энергетики, моделировать энергосистемы разного уровня надежности, проводить исследования паттернов пользовательского поведения и моделировать социально-экономические механизмы.

Одним из соревнований, в которых могут проверяться знания и навыки, освоенные учащимися во время программы, является финал НТО по профилю “Интеллектуальные энергетические системы”, который проходит на стенах образовательной лаборатории ИЭС. Командная задача финала представляет собой комплексную интегральную задачу, полное оптимальное решение которой чрезвычайно сложно. Однако полное приближенное решение способна найти любая команда. Качество и сложность используемых приближений отражает глубину понимания, знаний и уровень способностей участников. Финальная командная задача заключается в экономическом и энергетическом моделировании энергосистемы и конкуренции предложенных участниками решений. Участники разрабатывают экономические стратегии, работают с прогнозами погоды и потребления, пишут скрипты по управлению энергообъектами. Система оценки полностью автоматизирована и спроектирована таким образом, чтобы однозначно и численно оценить качество найденных и реализованных участниками приближенных решений.

### **Задачи основной образовательной программы**

- Формирование у учащихся навыков работы со сложными системами
- Решение учащимися ряда задач по построению математических моделей сложных систем.

- Формирование навыков работы с биржей экономических микроконтрактов в энергетике, осуществление которой является одной из главных задач технологии SmartGrid и предполагает применение автоматизации, создание оптимальных стратегий и алгоритмов анализа параметров энергосети.
- Формирование навыков работы с написанием скриптов на языке Python.
- Решение учащимся ряда задач программирования для написания управляющего скрипта энергосистемы и вспомогательных инструментов для принятия решений.
- Решение задач по построению эффективной модели энергоснабжения.
- Развитие математического, алгоритмического, инженерного и проектного мышления.
- Создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учебы в вузах и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанным с энергетикой, интеллектуальными энергетическими системами.
- Подготовка к соревнованиям по профилю “Интеллектуальные энергетические системы” НТО (Национально технологической олимпиады, ранее Олимпиады КД НТИ) и другим инженерным соревнованиям, соответствующим тематике профиля.

### **Возраст детей, участвующих в реализации данной программы**

Учащиеся 8-11 классов. Группы рекомендованы по 12-16 человек.

### **Особенности организации учебного процесса для учащихся**

Аудиторные занятия. Очные лабораторные работы, с использованием программно-аппаратных комплексов. Занятиях кружка, продолжительностью 3 академических часа (135 минут) 1 раз в неделю. Периодические соревнования в рамках занятий.

Самостоятельная работа, продолжительностью 3 академических часа в неделю (135 минут)

- Вебинары от профиля. Посещение вебинаров является обязательным требованием к учащимся сетевого кружка и показывает их реальную активность и заинтересованность. Продолжительность 1- 1,5 академических часа (45-60 минут).
- Самостоятельная работа. Решение задач этапов Олимпиады, изучение образовательных курсов, работа в команде над проработкой недостающих знаний и компетенций.

### **Особенности организации учебного процесса для преподавателя**

Аудиторные занятия. Проведение очных лабораторных работ, с использование программно-аппаратных комплексов. Занятиях кружка, продолжительностью 3 академических часа (135 минут) 1 раз в неделю. Периодические соревнования в рамках занятий.

Самостоятельная работа, продолжительностью 3 академических часа в неделю (135 минут)

- Обучение - посещение вебинаров от профиля, прохождение образовательных онлайн курсов, самостоятельная работа с представленными профилем дидактическими материалами. Посещение вебинаров от профиля является обязательным требованием к преподавателям сетевого кружка и показывает их реальную активность и заинтересованность.
- Подготовка к занятиям - педагог проводит подготовку к каждому занятию с учащимися.

### **Сроки реализации программы**

Общая продолжительность: 1 год.

Общая трудоемкость: **108 (96) часов при учебном году 36 (32) недель.**

Возможно увеличение до 144 (128) часов, в случае если учебный план учреждения позволяет устанавливать занятия по 4 академических часа (2 учебные пары).

### **Входные требования к знаниям, умениям и навыкам**

Для решения задач необходимы **разделы информатики**, посвященные следующим темам: программирование на языке Python, программная реализация алгоритмов решения математических задач, базовые навыки динамического программирования, работа с программными экосистемами и библиотеками, навыки численного моделирования, численное представление графов, определение связности графа.

Для решения задач необходимы **разделы математики**, посвященные темам: теория вероятностей, теория графов, численные алгоритмы (принципы работы критериев остановки), линейные функции, поиск оптимума функции, работа с числовыми рядами. дифференцирование, стереометрия, планиметрия, тригонометрия, элементы теории аукционов, теории игр.

**Разделы физики**, посвященные темам: закон Кирхгофа, закон Ома, работа электрического тока, принципы работы электрогенераторов.

Требует не только школьные знания, но и факультативные знания, доступные школьнику.

### **Планируемые результаты освоения программы**

#### **Планируемые предметные результаты**

- знакомство с интеллектуальной энергетикой и концепцией SmartGrid, основами работы сетей электроснабжения и диспетчеризацией, взаимосвязью инженерных и экономических решений в энергетике

- понимание принципов отказоустойчивости,
- понимание процессов, происходящих в системах альтернативной энергетики.
- навыки работы со статистикой и теорией вероятности.
- навыки решения оптимизационных задач,
- навыки моделирования мультиагентных систем.

### **Метапредметные результаты обучения**

- умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе и познавательной деятельности, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;
- умение самостоятельно планировать пути достижения целей, развивать способности дробить задачу на этапы, выполнять и отлаживать каждый последовательно, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач;
- умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности её решения;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий

### **Личностные результаты обучения**

- формирование математического, алгоритмического, инженерного и проектного мышления.
- формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития интеллектуальных энергетических систем.
- формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве со сверстниками, взрослыми в процессе образовательной, учебно-исследовательской деятельности;
- формирование сознательного отношения к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности.

### **Календарно-тематическое планирование**

Рассчитана на учебный год 36 недель (*32 недели - курсивом выделены занятия, которые можно исключить*). Общая трудоемкость программы 108 часов, или возможно увеличение до 144 часов, в случае если учебный план учреждения позволяет устанавливать занятия по 4 академических часа (2 учебные пары).

Этап	Тема	Количество аудиторных часов	Количество самостоятельных часов

<b>Введение в игру на стенде</b>	<b>Семинар «Как устроена энергосистема. Потребители и генераторы энергии. Возобновляемые источники энергии.”</b>	3	3
	Введение в игры на стенде. Знакомство со стендом и видами объектов на стенде. Аукцион. Введение в игры на стенде. Техника безопасности. Монтаж энергосистемы. Моделирование. Анализ графиков.	3	3
	Разбор пробной игры. Подведение итогов.	3	3
<b>Аукцион в игре</b>	<b>Семинар “Аукционы и их место в повседневной жизни. Особенности аукционов, оптимальные стратегии в аукционах.”</b>	3	3
	Аукцион в игре. Введение. Расчёт цены объекта	3	3
	Аукцион в игре. Работа с различными прогнозами		
	Аукцион в игре. Составление и адаптация стратегии для аукционов	3	3
	<i>Аукцион в игре. Составление и адаптация стратегии для аукционов</i>	3	3
	Соревнования	3	3
	Разбор соревнований.	3	3
	Аукцион в игре. Система поддержки принятия решений на аукционе	3	3
	<i>Аукцион в игре. Система поддержки принятия решений на аукционе</i>	3	3
	Соревнования	3	3
	Разбор соревнований. Самостоятельная доработка систем поддержки принятия решений на аукционе.	3	3

<b>Балансировка в игре</b>	<b>Семинар “Что такое инфраструктура. Почему пришло время интеллектуализации. Управление, возможность и невозможность цифры. Возможность и невозможность автоматического управления.”</b>	3	3
	Балансировка в игре. Введение	3	3
	Балансировка в игре. Вычисление баланса энергорайонов энергосистемы. Работа со скриптами	3	3
	Балансировка в игре. Вычисление полного энергетического баланса на основании данных прогнозов. Работа со скриптами	3	3
	<i>Балансировка в игре. Вычисление экономического баланса энергосистемы на основании данных прогнозов. Работа со скриптами</i>	3	3
	Соревнования	3	3
<b>Игры по полным правилам (сборка)</b>	Разбор соревнований. Самостоятельная работа — доработка управляющих скриптов и экспертной системы при необходимости	3	3
	Сборка. Самостоятельные игры команд на стенах	3	3
	Сборка. Самостоятельные игры команд на стенах	3	3
	Сборка. Самостоятельные игры команд на стенах	3	3
	Соревнования	3	3
<b>Контракты в игре</b>	Разбор соревнований. Самостоятельная работа — доработка управляющих скриптов и экспертной системы при необходимости	3	3
	<b>Семинар “Основные экономические понятия в энергетике”</b>	3	3
	Контракты в игре. Введение	3	3

Контракты в игре. Написание управляющих скриптов	3	3
Контракты в игре. Написание управляющих скриптов	3	3
<i>Контракты в игре. Написание управляющих скриптов./ Семинар по обмену идеями между командами</i>	3	3
Контракты в игре. Написание управляющих скриптов	3	3
Соревнования	3	3
Разбор соревнований. Самостоятельная работа -доработка систем поддержки и скриптов	3	3
Соревнования	3	3
Разбор соревнований. Самостоятельная работа -доработка систем поддержки и скриптов	3	3
<b>Итого часов</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

### Описание этапов работы на стендах

**Введение в игры на стенде.** В самом начале участники ничего не знают о том, что происходит на стенде, и как их действия на одном этапе могут быть связаны с результатами в другом. Цель этого этапа — чтобы у участников появилась общая картина происходящего, без подробных деталей, но достаточная, чтобы понимать, каких деталей им недостаточно.

**Аукцион в игре.** На этом этапе участники знакомятся с теорией аукционов и учатся работать с прогнозами. Чтобы изолировать эти задачи, остальные механики игры отключаются или подавляются. Понимание и проработка всех остальных механик игры повышают преимущество команды на этом этапе, что и приводит к разнице в результатах.

**Балансировка в игре.** Математически нагруженная метазадача стенда. Она разбивается на две части: макробалансировка — составление такой энергосистемы, которая не будет излишне опираться на внешнюю энергосистему для собственной

балансировки, и микробалансировка — то, насколько безошибочно работает скрипт. Макробалансировка требует работы с прогнозами и является одной из основ стратегии на аукционе. Микробалансировка требует уверенных навыков программирования и владения физикой для адекватного моделирования ветровых и солнечных электростанций для предсказания их поведения.

**Игры по полным правилам (сборка).** В этом этапе участники играют с «типичными» настройками игры. Они уже знакомы со всеми механиками, и здесь происходит знакомство с тем, как механики взаимодействуют друг с другом. В этом этапе активной роли преподавателя не предполагается. Его задачи — создать пространство для работы и отвечать на вопросы по правилам (либо изучать их совместно с участниками).

**Контракты в игре.** На этом этапе участники учатся тесно взаимодействовать друг с другом, и ставятся в условия, когда им приходится осваиваться в том, что вся игра на стенде является рефлексивной и коалиционной.

**Соревнования.** Соревнования распределены по всем этапам курса как завершающая активность - при различных прогнозах, балансах и условиях в зависимости от этапа на котором проводятся.

Подробные методические рекомендации по проведению занятий со стендами даны в Методических рекомендациях [https://drive.google.com/file/d/1mu\\_7-jysZWSi42YR0ui28aT7V6AAjuKS/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1mu_7-jysZWSi42YR0ui28aT7V6AAjuKS/view?usp=sharing)

## Приложение 1

### Методические рекомендации по проведению семинаров

В основу образовательных семинаров может быть положен образовательный модульный видео-курс, который включают видео-лекции на темы, необходимые к освоению на профиле “Интеллектуальные энергетические системы”. Также лекции курса можно давать на самостоятельную проработку учащимся в часы самостоятельной работы на дом.

Курс состоит из четырех модулей:

Модуль №1. Интеллектуальные энергетические системы.

Модуль №2. Базовые понятия энергетики.

Модуль №3. Основы теории аукционов.

Модуль №4. Архитектура интернета энергии.

Все лекции представлены в виде лонгридов, включающих видео, лекцию, вопросы для самопроверки и рекомендованные материалы.

Ссылка на курс: <https://onti.polyus-nt.ru/course/view.php?id=2>.

**Продолжительность курса:** 35 видео продолжительностью 10-30 минут каждое.

**Возраст целевой аудитории:** учащиеся 8-11 классов, наставники.

### Таблица с методическими рекомендациями курса “Интеллектуальные энергетические системы”

Модуль, №	Краткое описание тем модуля	Тема лекции (№ в модуле, название)	Время, мин.
1	Что такое инфраструктура. Почему пришло время интеллектуализации. Управление, возможность и невозможность цифры. Возможность и невозможность автоматического управления.	1. Интеллектуализация энергетики	12:15
		2. Парадоксальный кризис энергетики	12:14
		3. Цифровизация в энергетике	13:17
		4. Невозможность цифровизации	5:57
		5. Системы	29:37
		6. Образовательные технологии	13:07
2	Физические законы и математические модели. Как устроена энергосистема, потребители и генераторы энергии.	1. Энергетика. Личный опыт	15:13
		2. Основные понятия	18:31
		3. Физические законы	16:54
		4. Потребители энергии	25:37

	Возобновляемые источники энергии.	5. Генераторы энергии	25:25
		6. Возобновляемые источники энергии	15:03
		7. Устройство энергосистемы	27:34
		8. Системы	18:09
3	Аукционы и их место в повседневной жизни. Особенности аукционов, оптимальные стратегии в аукционах.	1. Что является и что не является аукционом	10:26
		2. Что продается на аукционах	12:01
		3. Предположения теории аукционов	7:10
		4. Форматы аукционов	12:48
		5. Открытые аукционы	6:38
		6. Закрытые аукционы	13:35
		7. Оптимальная стратегия в аукционе первой цены	14:47
		8. Аукцион со всеобщей оплатой	7:54
		9. Аукционы мобильного спектра	13:00
		10. Проблема сговора в практике аукционов	8:26
		11. Провалы в практике аукционов	14:59
		12. Интернет-аукционы	13:01
		13. Аукционы контекстной рекламы	11:19
4	Топологии сетей и аукционы в энергетике. Определение цены на энергию посредством аукционов, взаимодействие игроков.	1. Базовые понятия	14:16
		2. Основные экономические понятия	12:53
		3. Технические решения для гибкого урегулирования	12:06
		4. Топология сетей	21:49

	5. Аукционы	15:27
	6. Программирование	10:13
	7. АСУ	11:47
	8. Взаимодействие игроков	13:49

## Приложение 2

### Список рекомендованной литературы

1. «Теория игр» от Школа «Интеллектуал» и проект «Дети и наука» ([https://childrenscience.ru/courses/math\\_games/](https://childrenscience.ru/courses/math_games/)) - курс очень живо и интересно, погрузит вас в мир игр.
2. Курс МФТИ “Теория игр” <https://openedu.ru/course/mipt/GAMETH/>
3. Александр Филатов "Теория и практика аукционов". Часть 1 <https://www.youtube.com/watch?v=X2cH9RHhICs>
4. Александр Филатов "Теория и практика аукционов". Часть 2 <https://www.youtube.com/watch?v=2xypFRoDd74>
5. Курс “Теория вероятностей – наука о случайности” <https://stepik.org/course/2911/promo>
6. А.Шень. Вероятность:примеры и задачи <https://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-probability.pdf>
7. Курс Андрея Райгородского и Максима Жуковского “Теория вероятностей для начинающих” <https://ru.coursera.org/learn/probability-theory-basics>
8. Курс “Основы теории графов” <https://stepik.org/course/126/promo>
9. Курс “Основы дискретной математики” <https://stepik.org/course/1127/promo>
10. Численные методы: решение нелинейных уравнений <http://statistica.ru/branches-maths/chislennye-metody-resheniya-uravneniy/>
11. Программирование на Python <https://stepik.org/course/67/promo>
12. Программирование на Python для решения олимпиадных задач <https://stepik.org/course/66634/promo>
13. Python: основы и применение <https://stepik.org/course/512/promo>
14. Курс “Введение в машинное обучение” (<https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie>)
15. Курс “Математика и Python для анализа данных” <https://www.coursera.org/learn/mathematics-and-python>
16. Статья Самые большие солнечные электростанции на Земле <https://www.rlocman.ru/review/article.html?di=600887>
17. А. В. Савватеев, А. Ю. Филатов. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА АУКЦИОНОВ <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/econ/2018/03/2018-03-19.pdf>

### Сборники прошлых лет

- Методическое пособие Том 12: Профиль «Интеллектуальные энергетические системы», командная инженерная олимпиада школьников «Олимпиада Кружкового движения Национальной технологической инициативы». Учебно-методическое пособие (в 28 томах). — М.: Типография «Ваш Формат», 2021. — ISBN 978-5-00147-278-0. <https://drive.google.com/file/d/1-KL8cFgjF3ifN3bJoJmSnL6Tyt3xlPVx/view?usp=sharing>
- Методическое пособие Том 11: Профиль «Интеллектуальные энергетические системы», командная инженерная олимпиада школьников «Олимпиада Кружкового движения Национальной технологической инициативы». Учебно-методическое пособие (в 28 томах). — М.: Типография «Ваш Формат», 2020. — ISBN 978-5-00147-184-4.  
<https://drive.google.com/file/d/111HgjYCxzvIRfEnSdIcpY9wR84tiZ4sK/view?usp=sharing>
- Методическое пособие Том 7: Профиль «Интеллектуальные энергетические системы». Командная инженерная олимпиада школьников «Олимпиада Национальной технологической инициативы». Учебно-методическое пособие (в 20 томах). — М.: Типография «Ваш Формат», 2019. — ISBN 978-5-00147-017-5.  
<https://drive.google.com/open?id=1qUdt-UlEWCVa-y4h8Zk8H1WaEBfk-PEm>
- Учебно-методическое пособие (в 17 томах) Том 7: Профиль «Интеллектуальные энергетические системы». Командная инженерная олимпиада школьников «Олимпиада Национальной технологической инициативы». Учебно-методическое пособие (в 17 томах) — М.: Типография «Ваш Формат», 2018. ISBN 978-5-906982-80-3. [http://old.nti-contest.ru/wp-content/uploads/compilations/7%20-%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%98%D0%AD%D0%A1.pdf?\\_gl=1\\*1682x2b\\*\\_ga\\*NDE2MDQ3MjA2LjE1OTYwOTUyOTQ.\\*\\_ga\\_Q2VTLRFTKB\\*MTYyMzc0Njg0My4zLjAuMTYyMzc0NzIzMCA..&\\_ga=2.33770145.1047499211.1623728409-416047206.1596095294](http://old.nti-contest.ru/wp-content/uploads/compilations/7%20-%20%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8B%20%D0%B7%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%98%D0%AD%D0%A1.pdf?_gl=1*1682x2b*_ga*NDE2MDQ3MjA2LjE1OTYwOTUyOTQ.*_ga_Q2VTLRFTKB*MTYyMzc0Njg0My4zLjAuMTYyMzc0NzIzMCA..&_ga=2.33770145.1047499211.1623728409-416047206.1596095294)
- Методическое пособие Том 6: «Интеллектуальные энергетические системы». Командная инженерная олимпиада школьников «Олимпиада Национальной технологической инициативы». Учебно-методическое пособие (в 12 томах) // Группа авторов под редакцией Николаенко А.В. — М.: Типография «Ваш Формат», 2017. ISBN 978-5-9500065-6-2.  
<https://drive.google.com/open?id=0B0X30BfOmpvzQklKczZxMjRhM00>

- Учебно-методическое пособие Командная инженерная олимпиада школьников «Олимпиада Национальной технологической инициативы» // Коллектив авторов под ред. Анисимова Н.Ю.– М.: Типография «Ваш Формат», 2016. ISBN 978-5-9908167-1-8. [http://old.nti-contest.ru/wp-content/uploads/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B52016.pdf?\\_gl=1\\*1h6pa8y\\*\\_ga\\*NDE2MDQ3MjA2LjE1OTYwOTUyOTQ.\\*\\_ga\\_Q2VTLRFTKB\\*MTYyMzc0Njg0My4zLjAuMTYyMzc0NzIzMCA..&\\_ga=2.20998459.1047499211.1623728409-416047206.1596095294](http://old.nti-contest.ru/wp-content/uploads/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B52016.pdf?_gl=1*1h6pa8y*_ga*NDE2MDQ3MjA2LjE1OTYwOTUyOTQ.*_ga_Q2VTLRFTKB*MTYyMzc0Njg0My4zLjAuMTYyMzc0NzIzMCA..&_ga=2.20998459.1047499211.1623728409-416047206.1596095294)