

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ЛИЦЕЙ №144
КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

ПРИНЯТО
Педагогическим советом
ГБОУ лицея №144
Протокол № 188
от 30.05.2022



УТВЕРЖДАЮ
Приказ №217
от 01.09.2022 г.
директор ГБОУ лицея №144
Федорова Л. А.

**Дополнительная общеразвивающая программа
«Энерго-Лаб»
Срок освоения: 26 академических часов
Возраст обучающихся: 15-17 лет**

**ФИО и должность разработчика программы:
Яковченко Екатерина Николаевна, заведующий ОДОД**

**Санкт-Петербург
2023**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Направленность.

Данная программа имеет *техническую направленность*, что позволяет обучающимся приобщиться к инженерно-техническим знаниям в области инновационных технологий, сформировать техническое мышление.

Данный курс является прикладным, носит практико-ориентированный характер и направлен на овладение учащимися технологий обработки различных видов информации и основных приемов программирования. Обучение по данной программе создает благоприятные условия для интеллектуального и духовного воспитания личности ребенка, социально-культурного и профессионального самоопределения, развития познавательной активности и творческой самореализации учащихся.

Адресат программы.

По данной программе могут обучаться как мальчики, так и девочки. Возраст 15-17 лет.

Благоприятный возраст для развития способностей к научно-исследовательской деятельности. Высокая потребность в признании своей личности взрослыми, стремление к получению от них оценки своих возможностей.

Возрастная периодизация определяет:

- возрастную особенность разработки общеобразовательных программ дополнительного образования детей;
- основные нормы условий полноты психофизиологического развития детей;
- базовые положения педагогической деятельности при реализации программы.

Актуальность программы.

В современном мире развития цифровых технологий возрастает 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 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.

Актуальность Программы определяется энергетическими системами ближайшего будущего. Построение архитектуры “Интернета энергии” предполагает создание многочисленных энергосистем, способных в любой ситуации эффективно распределять электроэнергию, использовать альтернативные источники и взаимодействовать с рынком мощностей.

Программа "Энерго-Лаб" нацелена на знакомство учеников с "чистой" энергетикой с практической точки зрения. В рамках курса будут рассмотрены возобновляемые источники энергии (преимущественно - солнечные батареи и ветрогенераторы), а также особенности их применения в зависимости от внешних условий.

Программа обуславливает личностно ориентированную модель взаимодействия, развития личности ребенка, его творческого потенциала.

Отличительные особенности программы.

Отличительной особенностью программы является ее направленность на знакомство с новыми понятиями, конструирование, решение кейсов, реализующих технологию «интернета энергии» за короткий срок. Уникальность Программы заключается в возможности объединения сетевых технологий, информационных технологий, которые помогут создать междисциплинарные связи.

Новизна программы.

Новизна данной образовательной программы предполагает новое решение проблем дополнительного образования: увеличение охвата детей в свободное, в том числе каникулярное, время; вовлечение детей в инженерно-техническое творчество, реализующихся через активное обучение.

Данную программу относят к краткосрочным дополнительным общеразвивающим программам.

Уровень освоения программы – общекультурный.

Объем и срок освоения программы.

Программа рассчитана на 26 академических часов.

Цель.

Цель программы: формирование начального набора знаний, умений и практических навыков учащихся технического проектирования, конструирования и программирования в процессе изучения технологии «интернет энергии».

Задачи.

Обучающие:

- 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.

Развивающие:

- самореализация и развитие интереса к изучению физики, математики и информатики
- развивать познавательную деятельность;
- развивать интерес к новым технологиям;
- развивать логическое, образное, техническое мышление;

Воспитательные:

- воспитывать умение выполнять работу коллективно, закреплять правила совместной деятельности;
- воспитывать усидчивость, внимательность;
- воспитывать самоорганизованность.

Планируемые результаты освоения программы.

Личностные результаты

- воспитание личностных качеств: самостоятельности, уверенности в своих силах, креативности;
- формирование навыков межличностных отношений и навыков сотрудничества;
- воспитание интереса к последним тенденциям в энергетической отрасли;

– воспитание бережного отношения к энергетике и техническим устройствам.

Метапредметные результаты

– обучение различным способам решения проблем творческого и поискового характера для дальнейшего самостоятельного создания способа решения проблемы;

– развитие образного, технического и аналитического мышления;

– формирование навыков поисковой творческой деятельности;

– формирование умения анализировать поставленные задачи, планировать и применять полученные знания при реализации творческих проектов;

– формирование навыков использования энергетических технологий;

Предметные результаты

- знание основных понятий интеллектуальной энергетики.

- формирование навыков по построению эффективной модели энергоснабжения.

- формирование навыков работы с написанием скриптов на языке Python.

- формирование навыков работы с биржей экономических микроконтрактов в энергетике

– формирование умения организации собственной учебной деятельности;

– создание условий для получения первоначального практического опыта проектной работы.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Язык реализации программы: русский

Форма обучения: очная

Особенности реализации программы: программа «Энерго-Лаб» является краткосрочной и реализуется в каникулярном периоде или в выходные дни.

Особенности организации образовательного процесса: Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть, где обучающиеся решают задачи кейсов.

Условия набора в коллектив: принимаются все желающие

Условия формирования групп: разновозрастные, дополнительный набор не допускается в связи с краткосрочностью программы.

Количество обучающихся в группе

Списочный состав групп формируется с учетом вида деятельности, санитарных норм, особенностей реализации программы. Количество детей в группе не менее 12.

Формы организации занятий

Программа включает в себя теоретические и практические занятия. Форма обучения – групповая.

На занятиях применяется дифференцированный, индивидуальный подход к каждому обучающемуся.

Формы проведения занятий

Формой организации является учебное занятие, которое направлено на реализацию проектов обучающихся.

Формы организации деятельности учащихся: на занятии используются следующие виды деятельности:

- фронтальная: работа педагога со всеми учащимися одновременно (беседа, показ, объяснение и т.п.);
- групповая: организация работы (совместные действия, общение, взаимопомощь) в малых группах, в т.ч. в парах, для выполнения определенных задач; задание выполняется таким образом, чтобы был виден вклад каждого учащегося (группы могут выполнять одинаковые или разные задания, состав группы может меняться в зависимости от цели деятельности);

Материально-техническое оснащение программы

Оборудование рабочих мест учащихся

- ПК с доступом к сети и установленным программным обеспечением.

Оснащение	Кол-во
Рабочий кабинет	1
Персональный компьютер	12
Проектор	1
Стенд тренажер СТИЭС -1	1

Кадровое обеспечение: занятие проводит педагог дополнительного образования или учитель.

Учебный план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля/ аттестации
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ и ОТ. Актуальность и развитие технологий «Интернет энергии»	2	2		педагогическое наблюдение. Интернет-викторина
	Раздел 1. Работа со стендом тренажером СТИЭС -1	12	3	9	
2	Обзор образовательного стенда-тренажера СТИЭС-1. Начало работы с образовательным стендом	2	0,5	1,5	выполнение практических заданий педагога
3	Элементы стенда. Управляющие элементы стенда.	4	1	3	выполнение практических заданий педагога
4	Интерфейс пользователя	2	0,5	1,5	педагогическое наблюдение
5	Запуск игр и управление стендом	4	1	3	выполнение практических заданий педагога
	Раздел 2. Практика	10		10	
6	Игра «Конкуренты»	4		4	педагогическое наблюдение
7	Кейс «Умный город»	2		2	педагогическое наблюдение
8	Проект « Построение «Умной школы»	4		4	педагогическое наблюдение
9	Итоговое занятие.	2	0	2	представить результаты своей работы над проектом перед другими и совместно обсудить итоги
	Итого	26	5	21	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Особенности организации образовательного процесса.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает именно практическая часть.

Цель программы: формирование начального набора знаний, умений и практических навыков учащихся технического проектирования, конструирования и программирования в процессе изучения технологии «интернет энергии».

Задачи.

Обучающие:

- 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.

Развивающие:

- самореализация и развитие интереса к изучению физики, математики и информатики
- развивать познавательную деятельность;
- развивать интерес к новым технологиям;
- развивать логическое, образное, техническое мышление;

Воспитательные:

- воспитывать умение выполнять работу коллективно, закреплять правила совместной деятельности;
- воспитывать усидчивость, внимательность;
- воспитывать самоорганизованность.

Содержание

ДООП «Энерго-Лаб»

Тема 1. Вводное занятие. Инструктаж по ТБ и ОТ. Актуальность и развитие технологий «Интернет энергии»(2 часа)

Теория. Ознакомление с инструкциями по охране труда и технике безопасности. Правила поведения в кабинетах повышенной опасности. Пожарная безопасность. Электробезопасность. Энергетические системы ближайшего будущего. Построение архитектуры “Интернета энергии”. Полезные ссылки по физике в Интернет. Методы изучения физических явлений. Измерение физических величин. Физика – основа техники. Задачи и проблемы, связанные с интеллектуализацией и экономией энергосистем.

Раздел 1. Работа со стендом тренажером СТИЭС-1

Тема 2. Обзор образовательного стенда-тренажера СТИЭС-1. Начало работы с образовательным стендом (2 часа)

Теория: Демонстрация образовательного стенда. Основные зоны и заземления.

Практика: Простейшая сборка электрических схем.. Знакомство с предлагаемыми преподавателем статьями и видеоматериалами по теме.

Тема 3. Элементы стенда. Управляющие элементы стенда.(4 часа)

Теория: Описание элементов стенда: стол, светильники, вентиляторы, блок управления, разделительный трансформатор, терминалы, объекты. Управляющие элементы: внешние манипуляторы, индикаторы.

Практика: Разбор простых схем на практике. Подключение и проверка стенда.

Тема 4. Интерфейс пользователя.(2 часа)

Теория: Интерфейс анализа, аукциона, скрипта, прогнозов.

Практика: Наблюдение тепловых потерь в обычной цепи. Топология сетей. Аукционы. Взаимодействие игроков

Тема 5. Запуск игр и управление стендом.(4 часа)

Теория: Калибровка СЭС, настройки и прогнозы игр, управление игрой.

Практика: игра «Баланс в напряжении»

Раздел 2. Практика.

Тема 6. Игра «Конкуренты»(4 часа)

Практика: Деление на группы и работа над игрой.

Тема 7. Кейс «Умный город».(2 часа)

Практика: Алгоритм работы.

-Постановка проблемы.

-Пути решения проблемы с применением новейших технологий.

- Моделирование на стенде

- вывод информации с помощью выбранной платформы

Тема 8. Проект « Развитие энергосистемы своей школы»(4 часа)

Практика: Группа делится на 2-3 подгруппы. Каждая работает над проектом « Развитие энергосистемы своей школы». Готовит итоговую презентацию

Тема 9. Итоговое занятие.(2 часа)

Практика: представление результатов своей работы над проектом перед другими командами и совместно обсудить итоги

Планируемые результаты освоения программы.

Личностные результаты

- воспитание личностных качеств: самостоятельности, уверенности в своих силах, креативности;
- формирование навыков межличностных отношений и навыков сотрудничества;
- воспитание интереса к последним тенденциям в энергетической отрасли;
- воспитание бережного отношения к энергетике и техническим устройствам.

Метапредметные результаты

- обучение различным способам решения проблем творческого и поискового характера для дальнейшего самостоятельного создания способа решения проблемы;
- развитие образного, технического и аналитического мышления;
- формирование навыков поисковой творческой деятельности;
- формирование умения анализировать поставленные задачи, планировать и применять полученные знания при реализации творческих проектов;
- формирование навыков использования энергетических технологий;

Предметные результаты

- знание основных понятий интеллектуальной энергетики.
- формирование навыков по построению эффективной модели энергоснабжения.
- формирование навыков работы с написанием скриптов на языке Python.
- формирование навыков работы с биржей экономических микроконтрактов в энергетике
- формирование умения организации собственной учебной деятельности;
- создание условий для получения первоначального практического опыта проектной работы.

**Календарно-тематический план
ДОП «Энерго-Лаб»**

№	Тема	Количество часов	Дата по плану	Дата по факту
1.	Вводное занятие. Инструктаж по ТБ и ОТ. Актуальность и развитие технологий «Интернет энергии»	2		
2.	Обзор образовательного стенда-тренажера СТИЭС-1. Начало работы с образовательным стендом	2		
3.	Элементы стенда. Управляющие элементы стенда.	2		
4.	Элементы стенда. Управляющие элементы стенда.	2		
5.	Интерфейс пользователя	2		
6.	Запуск игр и управление стендом	2		
7.	Запуск игр и управление стендом	2		
8.	Игра «Конкуренты»	2		
9.	Игра «Конкуренты»	2		
10.	Кейс «Умный город»	2		
11.	Проект « Построение «Умной школы»	2		
12.	Проект « Построение «Умной школы»	2		
13.	Итоговое занятие.	2		

МЕТОДИЧЕСКИЕ и ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Используемые практики, технологии и методы.

Программа базируется на принципах персонифицированного обучения с идеями личностно-ориентированного подхода. Педагог использует технологии и методы проблемного и проектного обучения, формирует у учащегося навыки научно-исследовательской деятельности, развивает аналитическое и критическое мышление, учит формулировать оценочное суждение.

- Используются современные цифровые технологии, компьютерное и программное обеспечение, сетевые и коммуникационные технологии. Работа в лаборатории.

- Использование имитационных методов активного обучения реализует принцип практико-ориентированности обучения и компетентностный подход. В ходе решения обучающийся приобретает компетенции двух типов. Гибкие навыки (softskills) – универсальные компетенции, которые будут полезны в любой области деятельности (поиск и анализ информации, коммуникативность, умение работать в команде и т.д.). Профессиональные («жесткие») навыки (hardskills) – конкретная знаниевая и методологическая база из данной области деятельности.

- Взаимоотношения обучающихся и педагогов строятся по принципу тьюторства. Под тьюторством понимается такое сопровождение образовательного процесса, при котором реализуются индивидуальная образовательная траектория для каждого обучающегося с учетом его психологических особенностей, и отдельное внимание уделяется созданию вариативной образовательной среды.

- Локальная информационная сеть на базе Сферум помогает педагогу сопровождать процесс работы над кейсами, а детям быть в курсе хода работы, даже если заболели.

- ЦОР и ЭОР позволяют повысить качество учебного материала и усилить образовательные эффекты.

- Практические задания помогают проверить знания обучающихся и формирование профессиональных качеств у них, позволяющих справляться с заданиями любых видов и форм

Выбор методов обучения осуществляется исходя из анализа уровня готовности обучающихся к освоению содержания модуля, степени сложности материала, типа учебного занятия. На выбор методов обучения значительно влияет персональный состав группы, индивидуальные особенности, возможности и запросы детей.

Используемые методы:

Активные методы обучения – это способы активизации учебно-познавательной деятельности студентов, которые побуждают их к активной мыслительной и практической деятельности в процессе овладения материалом. Педагог не должен быть направлен на изложение готовых знаний и контроль за их воспроизведение.

Задача педагога – самостоятельное овладение учениками знаний в процессе активной познавательной деятельности.

Игровые методы наиболее «совершенный» вид человеческой деятельности, воплощающей в себе все принципы активизации учебно-познавательной деятельности. Игра

«Конкуренты» выступает уникальным механизмом аккумуляции и передачи социального опыта как практического (по овладению средствами решения задач), так и этического, связанного с определенными правилами и нормами поведения в различных ситуациях.

Учащиеся более активно включаются в процесс не только получения (добывания), но и непосредственного («здесь-и-теперь») использования знаний.

Список рекомендованной литературы

1. «Теория игр» от Школа «Интеллектуал» и проект «Дети и наука» (https://childscience.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/freebooks/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/branchesmaths/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/vvedeniemashinnoe-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>

Содержание основных методик

Игра «Конкуренты»

ЛЕГЕНДА

На стенде соревнуются две команды, каждая из которых представляет энергетическую компанию в небольшом городе. Компании конкурируют между собой за контракты на поставку электроэнергии потребителям и строительство электростанций. Город подключен к единой энергосистеме, поэтому помимо строительства собственных электростанций (солнечных и ветровых) компании могут покупать и продавать мощность во внешней энергосистеме. Кроме того, каждой компании доступен инновационный гравитационный накопитель электроэнергии с высокой ёмкостью.

ВВЕДЕНИЕ

Перед игроками стоит большое число задач, которые делятся на три группы:

- 1 Планирование стратегии управления энергосистемой.
- 2 Конструирование энергосистемы в условиях конкуренции на аукционе.
- 3 Диспетчеризация энергосистемы.

Для решения первой задачи командам необходимо разобраться, какие конфигурации энергосистем могут быть более выгодными, чем другие.

Для второй задачи необходимо чтобы решение было не просто эффективное, но и более оптимальное, чем у конкурентов.

На последнем этапе игры предстоит много работы с математикой, физикой и программированием. Необходимо детально рассчитывать экономику и физику энергосистемы, а также аккуратно и безошибочно реализовывать их в управляющем скрипте.

Игра длится 168 тактов. Перед началом игры командам выдаются прогнозы погоды и потребления. После чего проходит аукцион, где команды разыгрывают, какие объекты энергосистемы они будут обеспечивать. Командам дается время на то, чтобы адаптировать скрипты к результатам проведенного аукциона и параллельно смонтировать энергосеть на стенде, при этом сеть на стенде может собирать максимально 2 участника от команды. Затем запускается игра на стенде, в ходе которой участники набирают условные денежные единицы для определения победителей игры. После окончания первой игры у участников есть 10 минут на то, чтобы что-то изменить в своих скриптах, после чего на той же самой сети запускается вторая игра со вторым из сценариев, выданным игрокам. В ходе игры участники могут менять скрипты.

ЭЛЕМЕНТЫ СТЕНДА

1 ГЛАВНАЯ ПОДСТАНЦИЯ

Это главный элемент энергосистемы команды, имеющий 3 ветки для подключения объектов.

2 МИКРОРАЙОН

Потребитель, характерной чертой которого является небольшой всплеск потребления утром и большой всплеск потребления вечером.

3 ЗАВОД

Тип потребителя, для которого характерно высокое потребление в дневные часы и которое увеличивается к вечерним часам, а затем снижается к ночи. Этот потребитель имеет две точки подключения, при этом если он подключен к разным веткам, то его нагрузка распределяется между ними равномерно.

4 БОЛЬНИЦА

Потребитель, для которого характерен сильный всплеск потребления утром и постепенное снижение потребляемой мощности к концу дня. Этот тип потребителя имеет 2 точки подключения, которые обязательно должны быть подключены к разным веткам, при этом нагрузка между ними распределяется поровну.

5 СОЛНЕЧНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ (СЭС)

Источник электроэнергии, эффективность генерации которого зависит от его расположения и величины светового потока. Мощность, вырабатываемая на солнечной электростанции, линейно зависит от величины светового потока, падающего на поверхность установленных солнечных батарей. При этом в измерительной цепи солнечной батареи используется алгоритм для минимизации погрешностей. Он заключается в том, что измерительная цепь солнечной батареи производит 10 измерений в секунду и выдает результат, который равен усредненному значению 10 последних измерений.

6 ВЕТРОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ (ВЭС)

Источник электроэнергии, эффективность генерации которого зависит от расположения ветрогенератора и скорости ветра. Мощность, вырабатываемая ветровой электростанцией зависит кубически от скорости ветра, при этом максимальная генерация в 15 МВт достигается при скорости, равной $2f_3$ от максимальной скорости ветра.

Алгоритм минимизации погрешностей на ветровой электростанции заключается в том, что измерения производят с частотой 10 раз в секунду и выдает результат, который равен усредненному значению 20 последних измерений. Анемометр обладает инерцией, поэтому время остановки ветрогенератора от максимальной скорости ветра до полного шторма составляет около 30 секунд.

7 МИНИПОДСТАНЦИЯ

Трансформаторная подстанция, которая устанавливается на одну из веток главной подстанции и имеет 2 собственные ветки для подключения объектов.

8 ГРАВИТАЦИОННЫЙ НАКОПИТЕЛЬ

Это аккумулятор, максимальная емкость которого равна 150 МВт, максимальная скорость разряда равна 10 МВт за такт. КПД гравитационного накопителя - 95%, т.е. если зарядить за такт накопитель на 10 МВт, то попадет в него только 9,5 МВт. Максимальная мощность, которую может отдать или принять накопитель, составляет 10 МВт.

Принцип работы гравитационного накопителя заключается в том, что при запасании энергии груз поднимается вдоль вертикальных направляющих в гравитационном поле, при высвобождении энергии груз опускается. Для реальных гравитационных накопителей характерно КПД примерно равное 94%-96%.

ПОГОДА И ПРОГНОЗЫ

В игре есть два элемента, задающих погодные условия - солнце и ветер, которые физически моделируются на стенде подвесными светильниками и вентилятором. Командам заранее известен прогноз погоды игры, но не ее реальные значения. Реальные значения погодных условий составляют от 83% до 125% от прогнозных значений. Распределение вероятностей внутри диапазона значений погодных условий считать равномерным.

Для потребителей всех трёх типов также известны прогнозы на всю игру и их реальные значения составляют от 83% до 125% от прогнозных значений.

АУКЦИОН

Аукцион проводится по закрытой схеме. Участники устанавливают ставку в интерфейсе скрипта. Участники имеют право в любой момент отказаться от ставки на разыгрываемый

в данный момент лот (пасовать). Команда побеждает в аукционе, если ее ставка больше, чем ближайшая максимальная ставка на 0,5 у.е. Если победитель не определился, то объявляется второй тур аукциона. В нем участвуют только те, чья ставка отличается от ставки лидирующей команды не более, чем на 0,5 у.е. Лидирующей командой считается та, у которой была максимальная ставка в первом туре. Второй тур проводится по аналогичным правилам, за исключением того, что все команды, кроме лидирующей, должны повысить свою ставку как минимум на 0,1 у.е. Опять же, в любой момент команда может отказаться от лота путём пасования.

Если одна из команд выставляет предельную ставку, она автоматически становится победителем. Если же такая ставка выставлена большим числом команд, объявляется all-raise аукцион, где данные команды устанавливают ставки на владение данным объектом, при этом в любом случае ставки будут сняты с их счетов (даже у проигравших), а победителем станет команда с наибольшей ставкой.

По завершении аукциона участники могут отказаться от одного из купленных ими объектов и выставить их на повторный аукцион, при этом в торгах за этот объект они участвовать не могут. Повторный аукцион проводится по тем же правилам.

ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ПРАВИЛА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Правила подключения объектов, задающие конфигурацию сети:

- На одной ветке не может быть расположен потребитель (завод, микрорайон, больницы) и генератор (СЭС, ВЭС).
- в электрической сети не должно быть колец, то есть не должно быть пути с одной ветки на другую.
- Тип потребителя «Больница» должен быть подключен к двум разным веткам большой подстанции (между больницей и подстанцией может стоять миниподстанция).

Мощность подключенной миниподстанции равна сумме мощностей двух веток, при этом, например, если на одной ветке генератор генерирует 15 МВт, а на второй ветке потребитель расходует 14 МВт, то мощность миниподстанции составит 1 МВт.

В сети есть электрические потери, связанные в основном с нагревом ПРОВОДОМ и квадратично зависящие от силы тока (или от мощности, так как напряжение в энергосистеме одинаково). Максимальный уровень потерь в 20% достигается при суммарной мощности на ветке в 18 МВт независимо от того, генератор или потребитель находятся на этой ветке. При превышении мощности в 18 МВт уровень потерь остается равным 20% от мощности на ветке.

СКРИПТЫ

Во время игры вы можете управлять ходом игры при помощи скрипта, который необходимо загрузить через интерфейс скрипта.

Скрипт взаимодействует с энергостендом путём получения данных и отправки приказов через специальную библиотеку API. Скрипт пишется на языке программирования Python 3.6 и реализуется по следующему шаблону:

```
1 import powerstand
2 psm = powerstand.init()
3 # ... работа с данными и отправка приказов ...
4 psm.save_and_exit()
```

Внутри скрипта вы можете считывать состояние энергосистемы и оказывать управляющее воздействие. По завершению составленное управляющее воздействие передается на стенд. Если скрипт не работает или заикнется, то модуль песочницы прервёт выполнение скрипта и не передаст управляющее воздействие на этот ход.

Во время игры вы можете неограниченно загружать новые версии управляющего скрипта через интерфейс. Выполняться будет тот, который был загружен в момент обращения сервером к модулю песочницы.

РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Игроки могут заключать друг с другом контракты на покупку и поставку электроэнергии через биржу. Для того, чтобы это сделать, скрипт игрока должен вызвать специальную функцию, в которой указать следующие параметры: мощность, цену и длительность контракта. Например:

```
1 psm.orders.offers.buy(10, 5, 7)
```

Выше скрипт создаёт предложение на покупку 10 МВт/ такт за 5 рублей/такт в течение 7 тактов.

```
1 psm.orders.offers.sell(10, 5, 7)
```

Выше скрипт создаёт предложение на продажу 10 МВт/ такт за 5 рублей/такт в течение 7 тактов.

Предложение будет доступно всем игрокам. Предложение создаётся, если выполнены условия:

- Значение мощности в контракте не превышает 10 мВт.
- Цена контракта составляет от 1 до 50 условных единиц.
- Длительность контракта должна быть не меньше 6 тактов и не больше 30 тактов.

Одновременно игрок может выставить на биржу не более двух предложений. У игрока не может быть заключено одновременно больше 5 контрактов. Все попытки превысить ограничения игнорируются сервером. Предложение о заключении контракта на бирже не имеет длительности и в любой момент может быть отменено игроком, который его отправил.

В том случае, если автор отменил предложение, а другая команда на него согласилась предложение отменяется. Если предложение на бирже приняли одновременно несколько команд, то контракт заключается с каждым из них, но мощность делится на количество команд, заключивших контракт. В этой ситуации автор контракта может нарушить условие про число активных контрактов.

УСЛОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ (у.е.)

Команда может получить условные единицы (у.е.) следующими способами:

1 Снабжение электроэнергией потребителя. За каждый ход объект выплачивает число условных единиц равное произведению потребляемой мощности на стоимость контракта на поставку электроэнергии на этот объект.

2 Запланированная продажа электроэнергии во внешнюю энергосистему. Запланированная продажа электроэнергии происходит по фиксированной стоимости, равной 2 у.е. за 1 МВт, или больше, если команда сделала продажу заранее.

3 Автоматическая продажа излишков электроэнергии во внешнюю энергосистему. Происходит без вмешательства игроков по цене, равной 1 у.е. за 1 МВт. Объем излишков электроэнергии - это разница между суммарной генерируемой мощностью и суммарной потребляемой мощностью.

4 Продажа электроэнергии другим командам по стоимости, прописанной в контракте с командой.

5 Выплата контрагентом штрафа за расторжение договора. Команда, расторгнувшая договор выплачивает половину остаточной стоимости электроэнергии по действующему договору.

Команда может потерять условные единицы (у.е.) следующими способами:

1. Запланированная покупка электроэнергии из внешней энергосистемы. Стоимость покупки - 5 у.е. за 1 МВт электроэнергии, или меньше, если команда сделала покупку заранее.
2. Автоматическая покупка электроэнергии из внешней энергосистемы. Стоимость покупки -10 у.е. за 1 МВт электроэнергии.
- 3 Лизинговый платеж за электростанцию. Этот платеж постоянен, т.е. выплачивается каждый такт, и не зависит от объема генерируемой мощности на электростанции, размер платежа определяется на аукционе.
- 4 Покупка электроэнергии у других команд по стоимости за ход, прописанной в контракте с командой.
- 5 Штраф за расторжение действующего контракта. Он выплачивается вне зависимости от того, покупалась или продавалась электроэнергия, величина этого штрафа равна половине остаточной стоимости электроэнергии по действующему договору.
- 6 Ставка на аукционе all-raise. Любая отличная от нуля ставка на этом аукционе вычитается из результата. Обратите внимание, что если вы сделали ставку в первом туре в 100, во втором 50, а в третьем спасовали, вы всё равно заплатите 150.

Кейс «Умный город»

Задача- познакомится с устройством энергосети города и энергостенда в частности, с правилами пользования энергостенда, правилами “игры”, изучить возможные варианты развития событий «игры».

Категория кейса: углубленный.

Цель: Смоделировать план подачи электроэнергии определенным потребителям и применить его на энергостенде.

Что делаем:	Компетенции:
<p>Что делаем:</p> <ol style="list-style-type: none">1.Выбор оптимального решения энергообеспечения городской энергосистемы;2.Сборка энергосистемы;3.Тестирование энергосистемы;4.Внесение доработок и повторное тестирование;5.Оценка качества и точности полученных результатов;6.Добавление новых требований;7.Оценка качества и точности полученных результатов.	<p>Компетенции:</p> <p>Hard Skills</p> <ul style="list-style-type: none">- умение моделировать энергосистему города- умение рационально распределять потоки энергии в различные учреждения- умение анализировать кол-во энергии поступающее от различных источников- знание устройства энергосети города <p>Soft Skills</p> <ul style="list-style-type: none">- умение слушать и задавать вопросы;- осмысленное следование инструкциям;- внимательность;- аккуратность;- умение презентовать работу;- ответственность за соблюдение правил.

Метод работы с кейсом: экспериментальный – проведение эксперимента и его анализ.

Минимально необходимый уровень входных компетенций: базовые знания устройства энергосети города.

Артефакты: собранная рабочая автономная модель снабжения города электроэнергией.

Формируемые навыки

Универсальные

- решение изобретательских задач,
- свободное мышление,
- работа в команде,
- внимательность,
- аккуратность,
- соблюдение техники безопасности,
- ответственность за соблюдение правил,
- работа с взаимосвязанными параметрами.

Предметные

- умение моделировать энергосистему города и рассчитывать аварийные ситуации.

Выявление образовательного результата

Представление результатов образовательной деятельности пройдет в форме презентации модели на энергостенде.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий контроль

Оценивая личностные и метапредметные результаты воспитанников, педагог проводит наблюдение за обучающимися, отслеживание динамики изменения их творческих, коммуникативных и иных способностей.

Итоговый контроль

Итоговый контроль обучающихся реализуется посредством оценки итоговых презентаций.

Определение достижения учащимися планируемых результатов производится в форме качественной оценки (низкий, средний, высокий) результата работ учащихся по основным критериям:

- 1 – Уровень освоения программы
- 2 – Качество выполнения творческого задания
- 3 – Качество выполнения практического задания
- 4 – Степень вовлеченности в учебный процесс
- 5 – Степень вовлеченности в обсуждение
- 6 – Умение защитить свою работу

Педагогическая диагностика

Анализ освоения дополнительных общеобразовательных программ и результативности образовательной деятельности осуществляется всеми педагогами дополнительного образования ОДОД по общей схеме педагогической диагностики образовательных результатов, которая наполнена конкретным содержанием в соответствии с особенностями конкретной программы.

К формам подведения итогов относятся творческие работы, самоанализ, обсуждение итогов обучения.

Объектами контроля являются:

- знания, умения, навыки по программе;
- уровень и качество реализуемых исследовательских и лабораторных работ ;
- степень самостоятельности учащихся.

**ГБОУ лицей № 144
Калининского района
Санкт-Петербурга**

**Подписано электронной подписью
07.11.2022 11:21**

директор

Федорова Лолита Анатольевна

7804140160-15-1667809350-20221107-310-1-1122-30