Сириус
Образовательный центр

«Уроки настоящей энергетики

РЭНЕРА
РОСАТОМ

ЦЕЛЬ проекта:

спроектировать систему электроснабжения энергоизолированного населенного пункта, расположенного на равнинной местности в теплом климате с большим количеством солнечных дней.

КАК МЫ ВЫПОЛНЯЛИ ПРОЕКТ

1 этап: ***теоретический***

2 этап: ***расчётный***

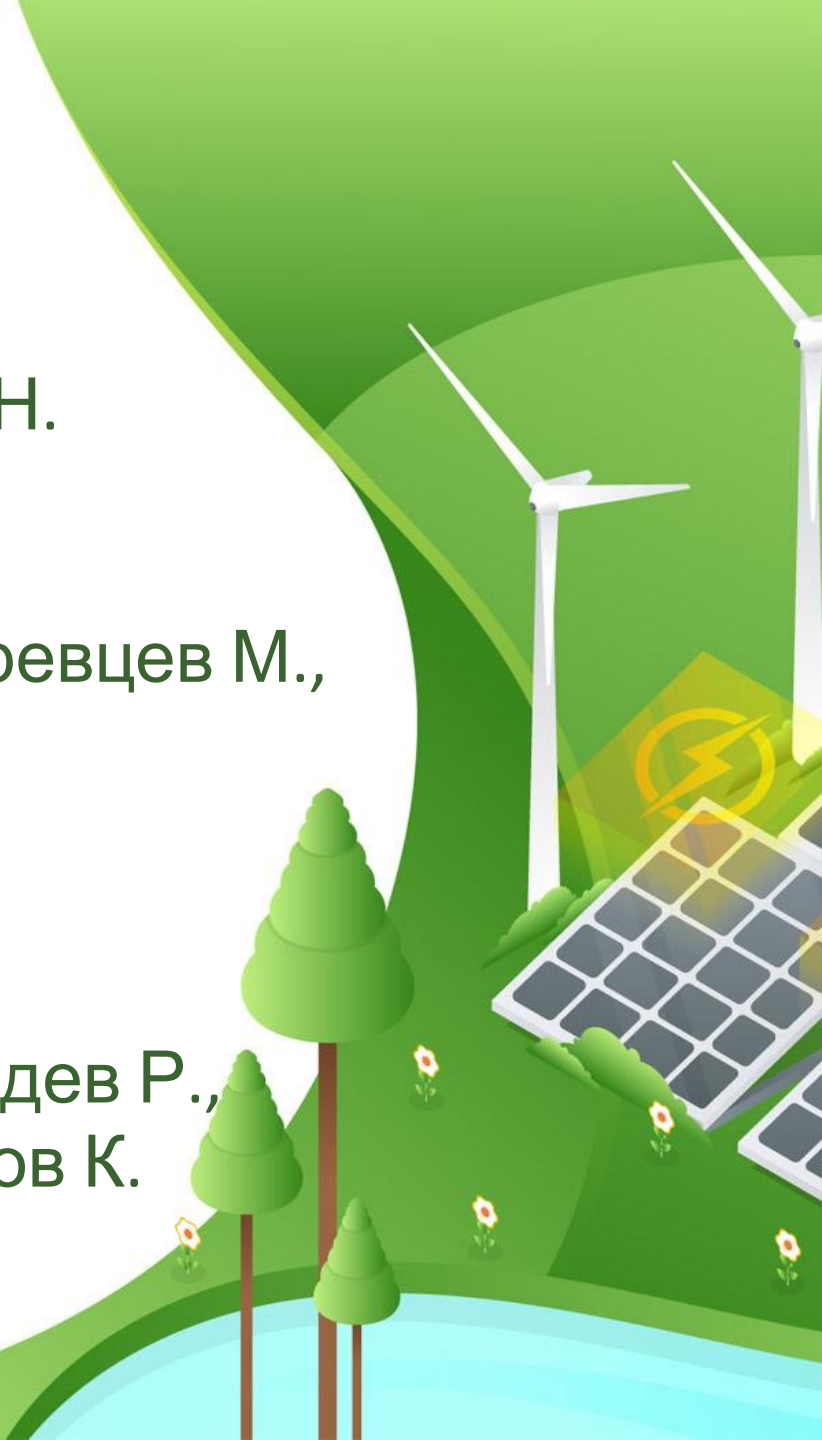
3 этап: ***творческий***

НАША КОМАНДА:

1. Теоретический этап:
Казаков Н., Голубев А., Яровой Н.

2. Расчётный этап:
Бондарева А., Краснов К.,Комаревцев М., Трегубов Г., Козлов Н.

3. Творческий этап:
Трегубов Г., Козлов Н., Комаревцев М., Возняк А., Лебедев Р., Кудрявцев Н., Ангер А., Демьянов К.



ЗА ВНИМАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП

ЗАДАЧИ:

1. изучить условия задания;
2. распределить потребителей по категориям электроснабжения;
3. обосновать выбор типа генерации.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Нагрузки зданий, кВт

Час суток	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
Больница	8,8	8,8	13,2	22	44	44	44	35,2	26,4	17,6	8,8	8,8
Детский сад	1	1	2	5	4	5	3,5	3,5	5	3	1	1
Жилой дом 1	24	24	36	48	42	42	30	42	48	54	42	24
Жилой дом 2	18	24	30	54	36	36	36	24	48	48	42	18
Жилой дом 3	24	24	30	42	48	36	24	36	54	51	30	24
Завод	22,5	30	60	75	135	150	120	150	135	30	22,5	22,5
Магазин	9	9	9	12	15	15	15	15	15	15	12	9
Центр досуга	16	4	4	8	16	16	16	24	32	40	28	16
Школа	1,6	1,6	3,2	4,8	6,4	8	6,4	4	3,2	2,4	1,6	1,6

График выдачи мощности электростанциями, кВт

Час суток	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20	20-22	22-24
Электростанция 1	0	0	40	120	140	190	200	180	170	80	0	0
Электростанция 2	120	120	120	140	200	200	200	200	180	140	120	120

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЭТАП

Категории надёжности зданий

Здание	Категория надёжности электроснабжения
Больница	I
Детский сад	II
Жилой дом 1	III
Жилой дом 2	III
Жилой дом 3	III
Завод	I
Магазин	II
Центр досуга	III
Школа	II

КОММЕНТАРИИ

1. Распределение потребителей по категориям электроснабжения определили в соответствии с правилами определения категории электроснабжения согласно ПУЭ (Правила Устройства Электроустановок):

БОЛЬНИЦА, ЗАВОД – объекты первой категории электроснабжения, так как наиболее важные потребители, перерыв в электроснабжении которых может привести к несчастным случаям, крупным авариям, нанесению большого материального ущерба по причине выхода из строя целых комплексов оборудования, взаимосвязанных систем;

ДЕТСКИЙ САД, МАГАЗИН, ШКОЛА – объекты второй категории электроснабжения, так как это потребители, при отключении питания которых, останавливается работа важных городских систем, на производстве возникает массовый брак продукции, есть риск выхода из строя крупных взаимосвязанных систем, циклов.

ЖИЛЫЕ ДОМА, ЦЕНТР ДОСУГА – объекты третьей категория электроснабжения, так как это потребители, которые не вошли в первые две категории. Обычно это системы, перерыв в электроснабжении которых не влечет за собой последствий.

2. Выбор типа генерации сложился из того, что электростанция №1 вырабатывает солнечную энергию ($СЭС_1$): показания с 0-4 и 20-24 часов имеют нулевое значение, так как это ночное время суток. Электростанция №2 вырабатывает ветреную энергию ($ВЭС_1$): есть регулярные показания в течение суток.

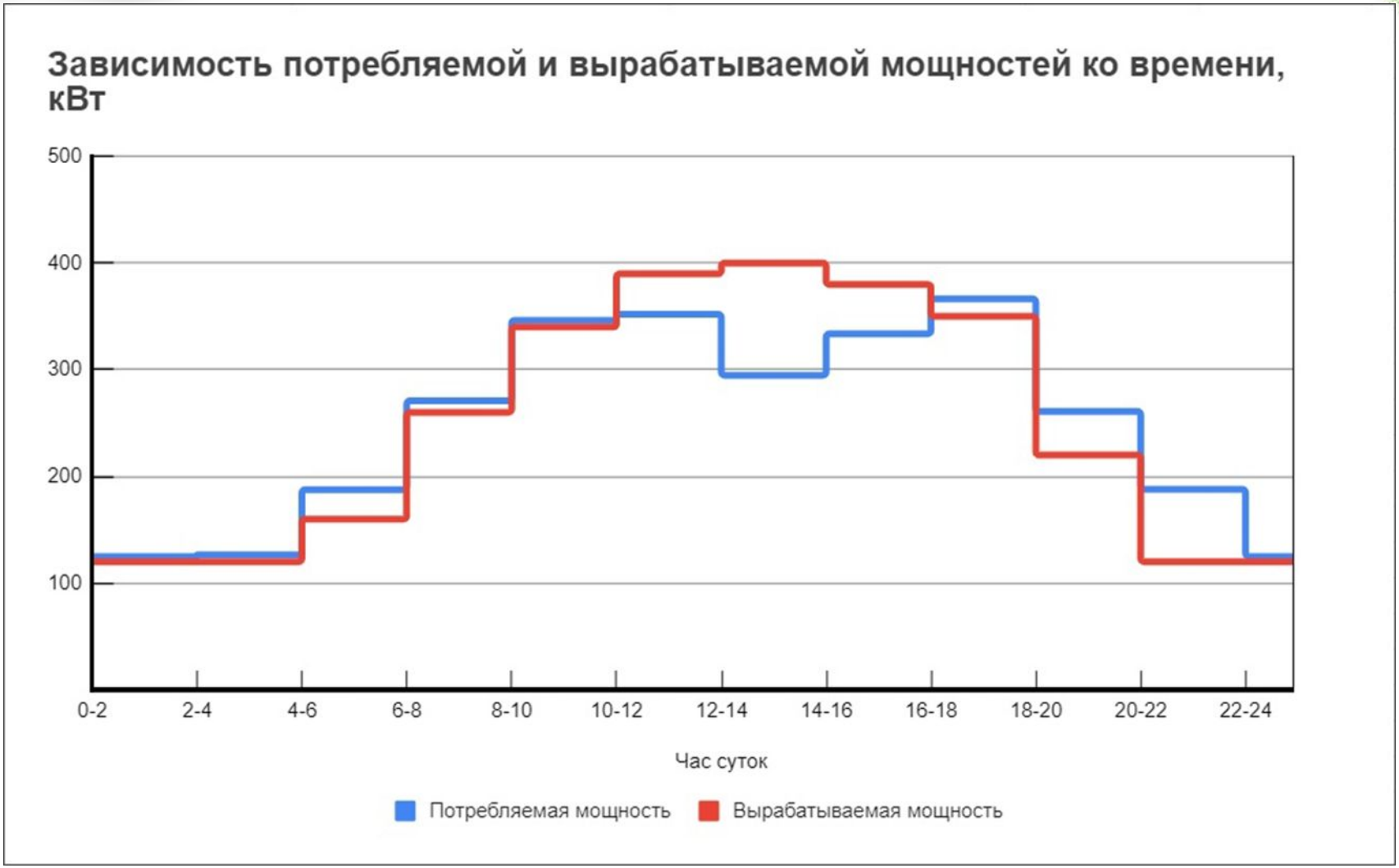
РАСЧЁТНЫЙ ЭТАП

ЗАДАЧИ:

1. определить суммарную нагрузку населенного пункта (энергонагрузка по часам);
2. выбрать необходимое количество генераторов, исходя из мощности энергонагрузки и внешних факторов;
3. определить требуемую емкость и мощность системы накопления энергии в случаях ее избытка и недостатка.

РАСЧЁТНЫЙ ЭТАП

Общий график зависимости выработки и потребления энергии от времени суток



РАСЧЁТНЫЙ ЭТАП

Таблица по суммарной энергонагрузке по часам

	ПОТРЕБЛЯЕМАЯ ЭНЕРГИЯ всеми объектами	ВЫРАБАТЫВАЕМАЯ ЭНЕРГИЯ при ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$)	ДЕФИЦИТ\ПРОФИЦИТ ЭНЕРГИИ при ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$)	ПРОФИЦИТ ЭНЕРГИИ при ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$) и ($СЭС_2$ + $ВЭС_2$)
0-2	124,9	120	-4,9	+115,1
2-4	126,4	120	-6,4	+52,6
4-6	187,4	160	-27,4	+132,6
6-8	270,8	260	-10,8	+249,2
8-10	346,4	340	-6,4	+333,6
10-12	352	390	+38	+428
12-14	294,9	400	+105,1	+505,1
14-16	333,7	380	+46,3	+426,3
16-18	366,6	350	-16,6	+333,4
18-20	261	220	-41	+179
20-22	187,9	120	-67,9	+115,1
22-24	124,9	120	-4,9	+52,6

РАСЧЁТНЫЙ ЭТАП

Таблица определения системы накопления энергии

	ПРОФИЦИТ ЭНЕРГИИ при ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$) и ($СЭС_2$ + $ВЭС_2$)		$ВЭС_1$ и $ВЭС_2$		$СЭС_1$ и $СЭС_2$	ДЕФИЦИТ \ПРОФИЦИТ ЭНЕРГИИ при ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$)
0-2	+115,1	=	115,1	+	0	-4,9
2-4	+52,6	=	52,6	+	0	-6,4
4-6	+132,6	=	88,4	+	44,2	-27,4
6-8	+249,2	=	137,06	+	112,14	-10,8
8-10	+333,6	=	200,16	+	133,44	-6,4
10-12	+428	=	218	+	210	+38
12-14	+505,1	=	252,55	+	252,55	+105,1
14-16	+426,3	=	234,465	+	191,835	+46,3
16-18	+333,4	=	167,4	+	166	-16,6
18-20	+179	=	107,4	+	71,6	-41
20-22	+115,1	=	115,1	+	0	-67,9
22-24	+52,6	=	155,1	+	0	-4,9

КОММЕНТАРИИ

1. По графику выдачи мощности электростанциями ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$) получили, какое максимальное количество энергии вырабатывается по часам, а по таблице нагрузки зданий получили данные о потреблении всеми объектами энергии по тем же часовым интервалам.

2. График зависимости выработки и потребления энергии от времени суток показал периоды дефицита и профицита энергоснабжения объектов при наличии одной линии генерации ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$) .

3. Составленная таблица по суммарной энергонагрузке по часам показала: при максимальной выработке энергии (см. колонку №2) одной линей генерации ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$) по указанным часовым интервалам и потреблении всеми зданиями необходимой электроэнергии (см. колонку №1) недостаток составляет 186,3 квт*ч (см. колонку №3). При этом получаемый избыток, равный 189,4 квт*ч (см. колонку №3), не покроет этот недостаток при накоплении энергии в аккумуляторах, потому что данные практические равны, а надо ещё учитывать ЧС (выход из строя одной из электростанций, безветренные/пасмурные дни, обрыв проводов). Поэтому нужны дополнительные источники энергии – вторая линия генерации ($СЭС_2$ + $ВЭС_2$), то есть еще один ветряной генератор и одна солнечная электростанция. Установив дополнительные источники энергии, мы покроем недостающую потребляемую энергию и обезопасим горожан от ЧС.

КОММЕНТАРИИ

4.Таблица определения системы накопления энергии демонстрирует, какую мощность будут иметь накопители при выработке энергии отдельно ($ВЭС_1$ + $ВЭС_2$) – см. колонку №2, отдельно ($СЭС_1$ и $СЭС_2$) – см. колонку №3, которая сможет использоваться для обеспечения энергоснабжения всех объектов при выходе из строя одной из электростанций и первой, и второй линии генерации или одной из линий генерации в целом.

5. Если посчитать количество вырабатываемой энергии двумя линиями генерации, то получаем приличный избыток энергии даже при учёте ЧС. Куда же его девать? Можно использовать профицит в транспортной сфере для электромобилей, электробусов, трамваев, троллейбусов, электросамокатов. Тем самым мы не только потратим избыток энергии для пользы горожан, но и защитим природу от токсичных выхлопных газов. Электроэнергию можно накапливать и использовать её при неожиданном увеличении нагрузки.

6. Рационально будет взять большее количество источников энергии, так как в исходных данных предложены максимальные значения выдаваемой мощности электростанций, а как правило они работают не на полную загрузку. Стоит отметить, что можно было бы установить большее дополнительное количество накопителей, так как они имеют не очень большой срок службы и их потом

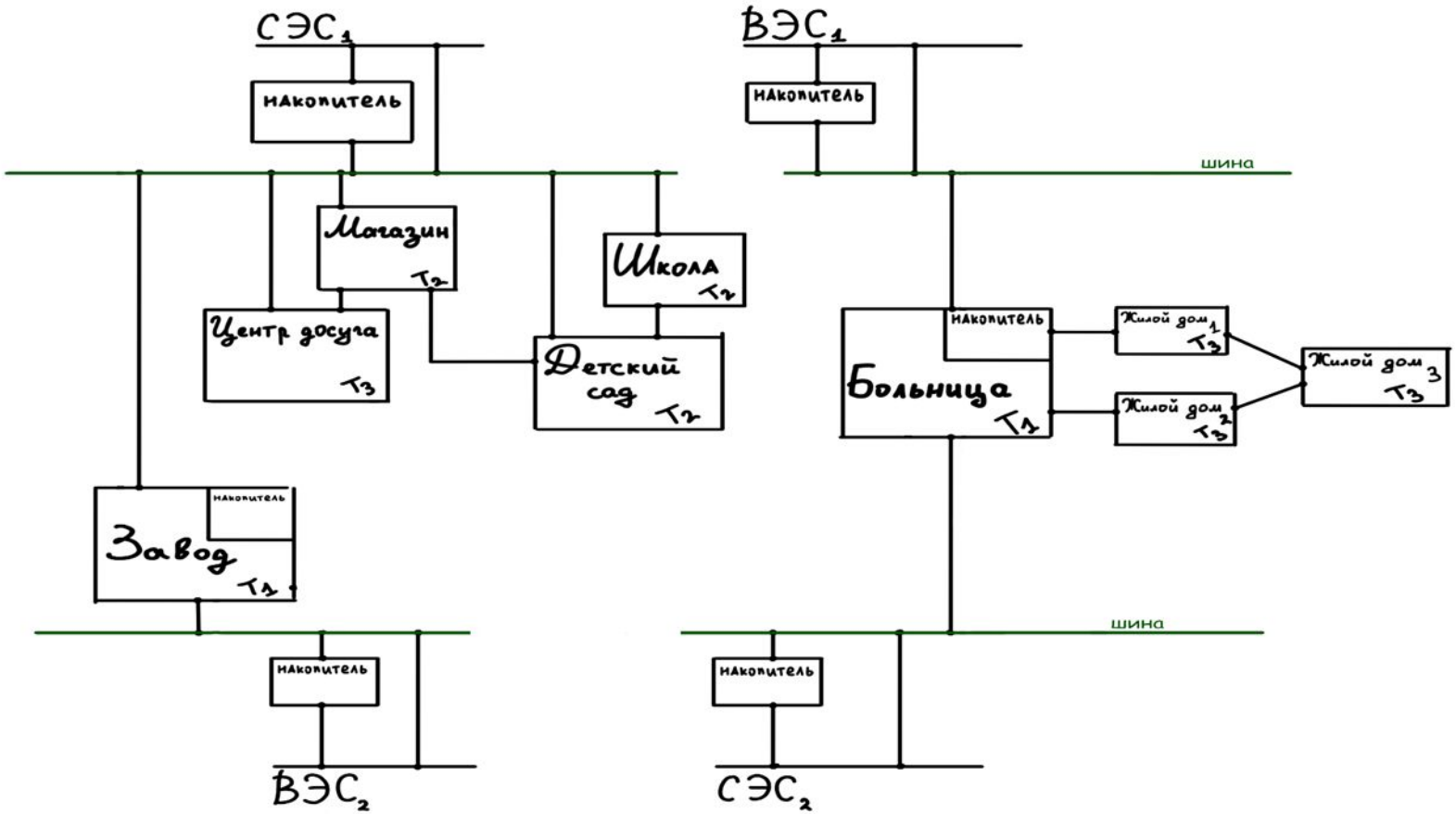
ТВОРЧЕСКИЙ ЭТАП

ЗАДАЧА:

создать схему для энергоизолированного населенного пункта, расположив объекты жизнедеятельности и энергетики оптимальным способом.

ТВОРЧЕСКИЙ ЭТАП

Схема по энергоснабжению населенного пункта



КОММЕНТАРИИ

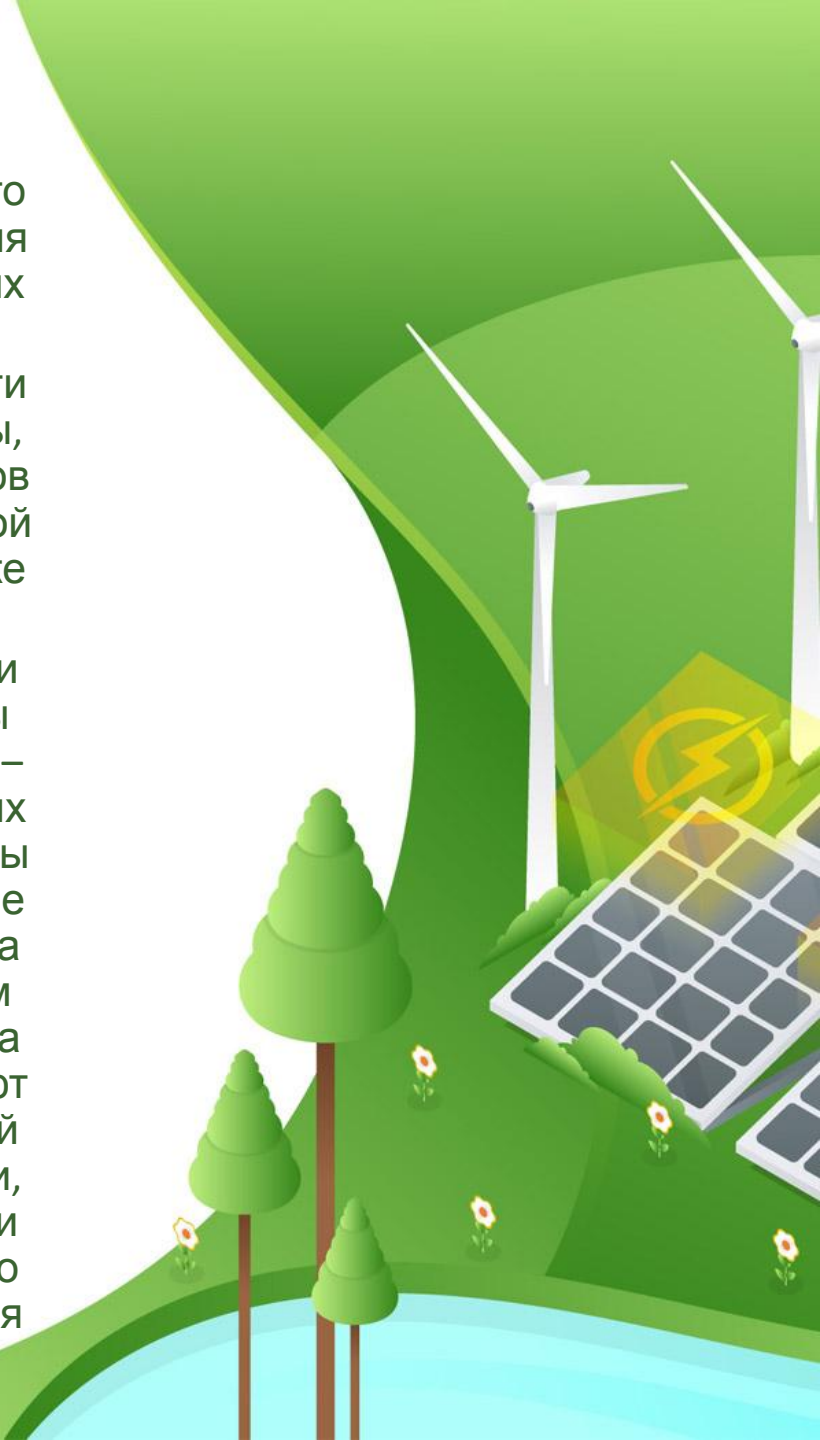
1. При составлении схемы всем зданиям были даны свои категории надёжности электросети: Т1, Т2, Т3 (Т- сокращение английского слова tier = категория). Зданиям больницы и завода была присвоена категория под номером один (Т1), так как перерыв в электроснабжении может привести к несчастным случаям, крупным авариям, нанесению большого материального ущерба. Зданиям школы детского сада и магазина была присвоена категория Т2. Зданиям жилых домов и центра досуга была присвоена категория Т3.

2. Схема показывает, как распределяется энергия от электростанций ($СЭС_1$ + $ВЭС_1$) и ($СЭС_2$ + $ВЭС_2$) до объектов: она поступает напрямую к источникам потребления и только потом в накопители. Если энергия поступает сразу в накопители, теряется примерно 5% электроэнергии из-за того, что КПД у накопителей примерно равен 95%. Избытки электроэнергии накапливаются в накопителях больницы и завода дополнительно и отдельно. Остальной избыток электроэнергии попадает в накопители при электростанциях.

3. Для объектов с категорией надёжности Т2 и Т3 было использовано кольцевое подключение электросети, что не позволит обесточить любое здание в случае обрыва провода в одном (или нескольких) зданиях данных категорий. В зданиях с категорией надёжности Т1 было использовано радиальное подключение электросети, что позволит сэкономить кабельные материалы.

КОММЕНТАРИИ

4. На схеме видно, что кабели не пересекаются. Это сделано для удобства, так как в случае их пересечения пришлось бы кабеля располагать на разных уровнях высоты

5. Для быстрого монтажа и для большей надёжности электросети были применены электрические шины, подключённые к электростанциям. Также для избытков электроэнергии были поставлены накопители у каждой электростанции, они в свою очередь также присоединены к шинам.

6. Здания с категорией надёжности Т1 (завод и больница) – это потребители, которые должны питаться от двух независимых источников питания – двух линий электропередач, питающихся от отдельных силовых трансформаторов, поэтому на схеме указаны две линии генерации и соответствующее подключение СЭС и ВЭС. Таким образом, данные здания всегда будут подключены к двум независимым электростанциям. В качестве резервного источника электроснабжения у этих объектов выступают отдельные накопители энергии. Третий независимый источник питания нужен для большей надежности, потому что перерыв в электроснабжении потребителей первой категории разрешается только лишь на время автоматического включения резервного источника питания.