



Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского
Физико-технический институт
Кафедра Электроэнергетики и
электротехники

e-mail: kaf_energo@cfuv.ru

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В
«КРЫМСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ
В.И.ВЕРНАДСКОГО»**

Генерирующие мощности в Крыму

- Симферопольская ТЭЦ – 100 МВт;
- Севастопольская ТЭЦ – 33 МВт;
- Камыш-Бурунская ТЭЦ – 23 МВт;
- Сакская ТЭЦ – 12 МВт основная и ПГУ 20 МВт.

Максимальная мощность в 2014 г. – 182 МВт

Солнечные электростанции в Крыму

Пиковая мощность, МВт	Местонахождение	Описание	МВт·ч / год	Ввод в эксплуатацию
105,56	Перово, Крым (более 200 га)	455 532 солнечных модулей	132 500	Введена в эксплуатацию в 2011 (Статус Действующая)
82,65	Охотниково, Крым (160 га)	355 902 солнечных модулей	100 000	Введена в эксплуатацию в 2011 (Статус Действующая)
69,7	Николаевка, Крым (116 га)	290 048 солнечных модулей		введена в строй в августе 2015 года (Статус Действующая)
31,55	Митяево, Крым (59 га)	134 760 солнечных модулей	40 000	Введена в эксплуатацию в 2012 (Статус Действующая)
7,5	Родниковое, Крым (15 га)	32 600 солнечных модулей	9 683	Февраль 2011 (Статус действующая)
110	Владиславовка, Крым			запуск планируется на 2016 год
В эксплуатации 296,96 МВт, планируется в 2016 – 110 МВт.				



СОЛНЕЧНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ КРЫМА

СЭС Перово – мощность 105,56 МВт

СЭС Охотниково – мощность 82,65 МВт

СЭС Митяево – мощность 31,55 МВт

СЭС Родниковое – мощность 7,5 МВт

ВЭТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ КРЫМА

Мирновская ВЭС – мощность 22,6 МВт

Тарханкутская ВЭС – мощность 18,5 МВт

Донузлавская ВЭС – мощность 10,9 МВт

Пресноводненская ВЭС – мощность 5,6 МВт

Восточно – крымская ВЭС – мощность 2,7 МВт

Черноморский участок – мощность 1,2 МВт

Судакский участок – мощность 6,2 МВт

Ветроэлектростанции в Крыму

Пиковая мощность, МВт	Местонахождение	Описание	Ввод в эксплуатацию
2,813	Восточно-Крымская ВЭС - ГУП РК «Крымские генерирующие системы»	Расположена возле г.Щелкино, Ленинского района Республики Крым. Состоит: 2 ВЭУ Т600-48 единичной номинальной мощностью 600 кВт и 15 ВЭУ USW56-100 единичной номинальной мощностью 107,5 кВт.	Введена в эксплуатацию в 2009 (Статус действующая)
6,665	Донузлавская ВЭС - ГУП РК «Крымские генерирующие системы»	Расположена возле пгт. Новоозерное г.Евпатория. Состоит: 62 ВЭУ USW56-100 единичной номинальной мощностью 107,5 кВт.	Введена в эксплуатацию в 1992 (Статус действующая)
3,76	Судакская ВЭС - ГУП РК «Крымские генерирующие системы»	Расположена возле г.Судак (на мысе Меганом) Состоит: 35 ВЭУ USW56-100 единичной номинальной мощностью 107,5 кВт.	введена в строй в 2001 году (Статус действующая)

Ветроэлектростанции в Крыму

Пиковая мощность, МВт	Местонахождение	Описание	Ввод в эксплуатацию
20,83	Сакская ВЭС - ГУП РК «Крымские генерирующие системы»	<p>- <i>Мирновский участок</i> Расположен возле пос. Мирное, Сакского района Республики Крым; Общая мощность: 18, 4625 МВт. Состоит: 3 ВЭУ T600-48 единичной номинальной мощностью 600 кВт и 155 ВЭУ USW56-100 - единичной номинальной мощностью 107,5 кВт.</p> <p>- <i>Воробьевский участок</i> Расположен возле пос. Воробьевка, Сакского района Республики Крым; Общая мощность: 2,365 МВт. Состоит: 22 ВЭУ USW56-100 единичной номинальной мощностью 107,5 кВт.</p>	введена в эксплуатацию в (Статус Действующая)
7,39	Пресноводненская ВЭС - ГУП РК «Крымские генерирующие системы»	Расположена возле пос. Новониколаевка Ленинского района Республики Крым. Состоит: 3 ВЭУ Bonus 600kW единичной номинальной мощностью 600 кВт и 52 ВЭУ USW56-100 единичной номинальной мощностью 107,5 кВт.	Введена в эксплуатацию в 2006 году (Статус Действующая)

Ветроэлектростанции в Крыму

Пиковая мощность, МВт	Местонахождение	Описание	Ввод в эксплуатацию
22,5	Тарханкутская ВЭС - ГУП РК «Крымские генерирующие системы»	<p>- <i>Тарханкутский участок</i> расположен на мысе Тарханкут, вблизи села Красносельское Черноморского района. Установленная мощность 21,3 МВт. Состоит из 2 ветроустановок UNISON мощностью 2 МВт, 127 ВЭУ USW 56-100 номинальной мощностью 107,5 кВт и 6 ВЭУ T600-48 номинальной мощностью 600 кВт;</p> <p>- <i>Черноморский участок</i> расположен вблизи пгт. Черноморское. Установленная мощность 1,2 МВт. Состоит из 2 ВЭУ T 600-48</p>	Введена в эксплуатацию в 2001 году (Статус Действующая)
25	Останинская ВЭС - Водэнергоремналадка	10 ветроагрегатов мощностью по 2,5 МВт. Высота башен , масса — 500 тонн. Длина лопасти , масса лопасти — 13 тонн	Введена в эксплуатацию в январе 2014 (Статус Действующая)
Итого 88,958 МВт		21,5 млн кВт*ч за 2015 год (выработка зависит от ветрового режима)	

История развития К Ф У им. В. И. Вернадского



КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени В.И. Вернадского

- **1918 г.** – создан **Таврический Университет**.
- **1921 г.** – переименован в **Крымский университет**.
- **1925 – 1930 г.г.** на базе Крымского университета сформированы:
Крымский педагогический институт; Крымский медицинский институт;
Крымский институт сельского хозяйства .
- **1972 г.** – на базе Крымского педагогического института восстановлен **Симферопольский государственный университет им. М.В.Фрунзе (СГУ)**.
- **1999 г.** – переименован в **Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского (ТНУ)**.
- **2014 г.** – создан **Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского**, путем объединения:
ТНУ им. В.И. Вернадского, Крымского государственного медицинского университета им. С.И. Георгиевского, Национальной академии природоохранного и курортного строительства и Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования - всего 21 организация (учебные и научные),
количество обучающихся более 30000 человек

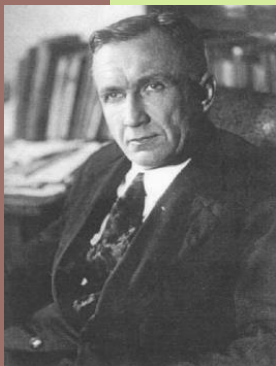


ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФГАОУ ВО «КФУ ИМ. В.И. Вернадского»



История развития К Ф У им. В. И. Вернадского

В 1918 – 1925 г.г. в университете работают:



Тамм Игорь Евгеньевич
профессор, академик,
лауреат Нобелевской премии.
В университете работал
в 1918-1920 г.г.



Френкель Яков Ильич
профессор, член -
корреспондент Академии
наук СССР.
В университете работал
в двадцатых годах.



**Байков Александр
Александрович**
профессор, академик.
В университете работал в
двадцатых годах.



**Вишневский Лев
Александрович**
профессор, в
университете работал в
1919 - 1925 г.г.

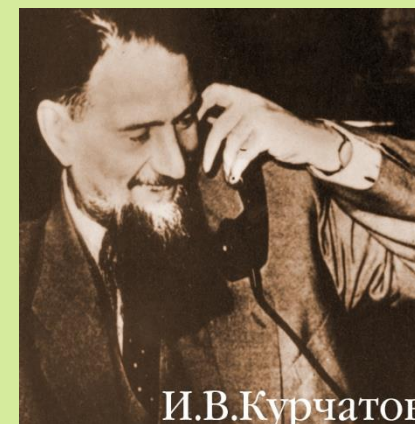


История развития К Ф У им. В. И. Вернадского

В 1918 – 1925г.г. в университете учатся :

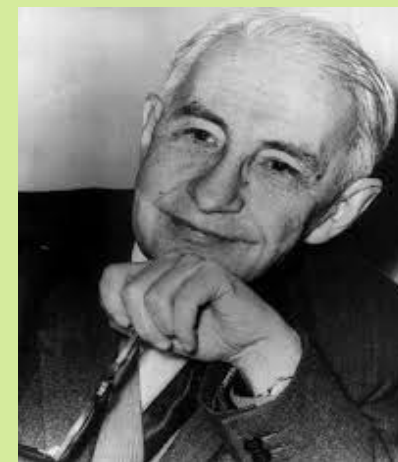


Курчатов Игорь Васильевич
(1903 г.-1960 г.) – выпускник
Таврического университета
(1923), профессор, академик.



И.В.Курчатов

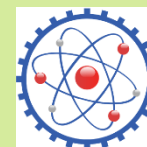
**Синельников Кирилл
Дмитриевич** (1901 г. -1966 г.) –
выпускник Таврического
университета (1923 г.) профессор,
академик.





- **Контингент обучающихся в ФТИ ≈ 1000 чел.**

- **Занятия для обучающихся других структурных подразделений КФУ им. В. И. Вернадского количество \approx 4500 чел. ,**
- **Общее количество сотрудников ≈ 150 чел.,**
- **Профессорско - преподавательский состав и научные сотрудники - 100 чел.**
- **Основные Профессиональные Образовательные Программы – 13**
- **Программа дополнительного профессионального образования – 2**
- **Программа дополнительного образования – 2**





Энергетика.

Солнечная энергетика. Возобновляемая энергетика.

Традиционная энергетика.

Крым - обладает **самыми большими установленными мощностями солнечных электростанций** в Российской Федерации.

В Крыму наблюдается значительный ресурсный потенциал для развития солнечной и ветровой энергетики, накоплена база данных по эксплуатационным характеристикам ветровых и солнечных электростанций за несколько лет.

Целесообразен и необходим - полигон для апробации и испытаний новых разработок в солнечной электроэнергетики комплексного характера.

Наличие в ФТИ профильной кафедры, бакалаврской и магистерской программ по данному направлению, в содружестве с ведущими научными центрами РФ, позволяет выстроить полный цикл работы этого полигона: от исследования особенностей физических процессов в используемых полупроводниковых структурах до вопросов распределения в электрических цепях и эффективности эксплуатации.

Традиционная электроэнергетика - подготовка кадров, участие в строительстве и дальнейшей эксплуатации.





Энергетика.

Солнечная энергетика. Возобновляемая энергетика.

Традиционная энергетика.

Мероприятия Дорожной карты:

2016 г. – 2017 г. модернизация материально – технической базы направления подготовки «Электроэнергетика».

2016 г. Открытие базовой кафедры совместно с ГУП РК «Крымэнерго».

2016 - 2017 г.г. Исследование возможности создания государственной программы «Испытательный полигон солнечной электроэнергетики».

2017 г. Научно – образовательный центр «Возобновляемые источники энергии», при условии положительного участия в конкурсе программы развития КФУ им. В. И. Вернадского

2017 – 2018 г.г. открытие профилей подготовки «Электроэнергетические системы и сети».

Техногенная безопасность в электроэнергетике и электротехнике.



ОТКРЫТИЕ В КРЫМУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

2000 г. - направление подготовки «Энергетика», специальность «Нетрадиционные источники энергии».

Изучаемые дисциплины: «Электрические машины»; «Электротехнические материалы»; «Электрические измерения и измерительные комплексы»; «Электрические сети и системы»; «Основы автоматики и автоматизации энергетических установок»; «Физика полупроводников»; «Солнечные элементы и солнечные батареи»; «Источники энергии на Земле»; «Использование энергии моря и Земли»; «Химические источники энергии и водородная энергетика»; «Аккумуляция энергии»; «Системы солнечного теплоснабжения»; «Тепловые насосы»; «Пуск, наладка, эксплуатация и ремонт»; «Основы конструирования электрических машин»; «Основы проектирования автономных источников энергии»; «Основы проектирования ветроэлектростанций» и другие.

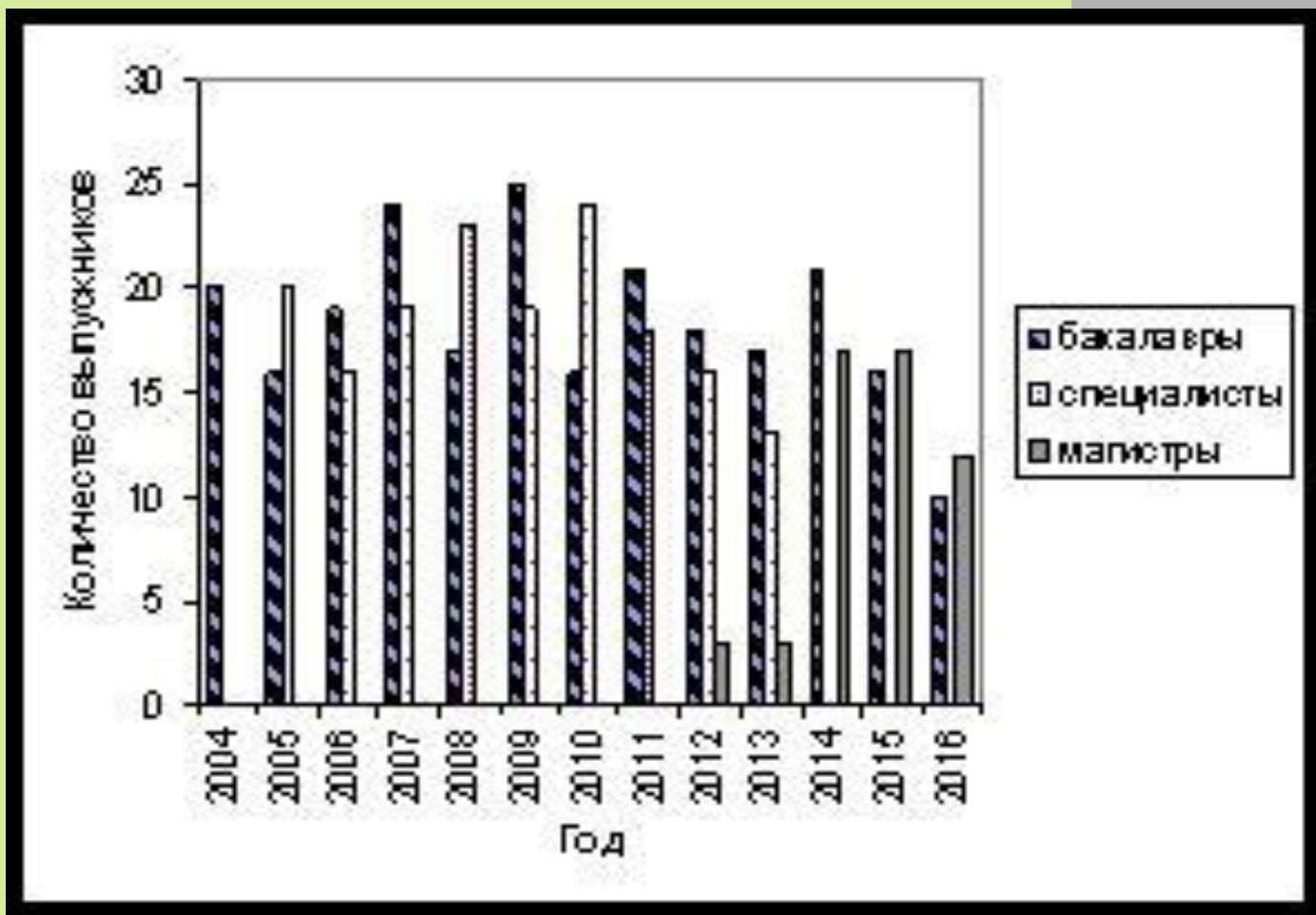
ОТКРЫТИЕ В КРЫМУ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

2004 г. - началась подготовка специалистов по направлению подготовки «Энергетика».

2007 г. – направление подготовки «Электротехника»:

- образовательно-квалификационный уровень бакалавр «Электротехника и электротехнологии»;
- образовательно-квалификационный уровень специалист «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»;
- образовательно-квалификационный уровень магистр «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

Количество выпускников



Количество выпускников



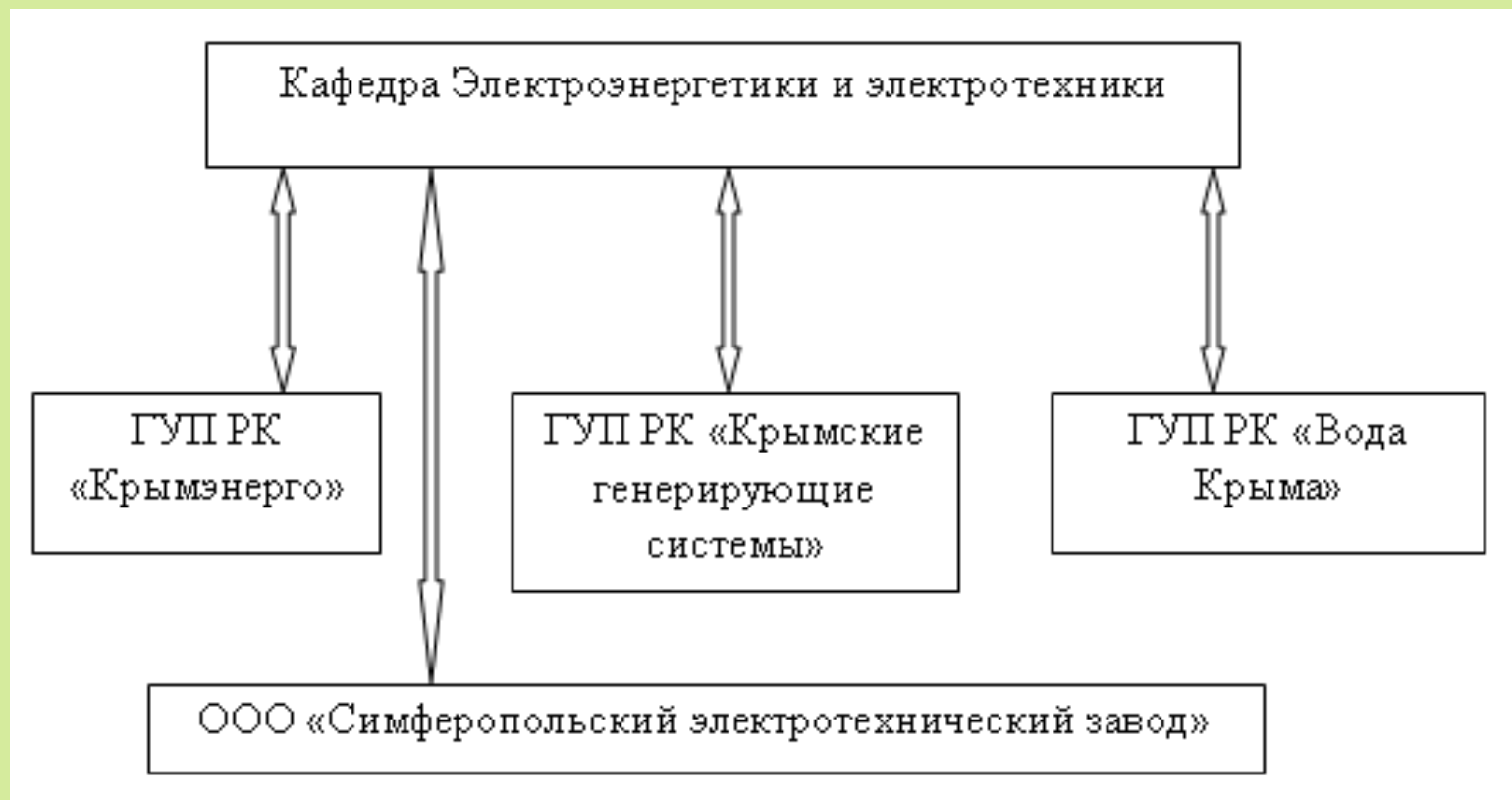
ИЗМЕНЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СОГЛАСНО ФЕДЕРАЛЬНОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ СТАНДАРТУ

2014 г. - создан «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»:

- профиль подготовки бакалавров – «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»;
- магистерская программа – «Энергоустановки на базе возобновляемых источников энергии».

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ОРГАНИЗАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ



Сакская ВЭС (база практики)



Сакская ВЭС (база практики)



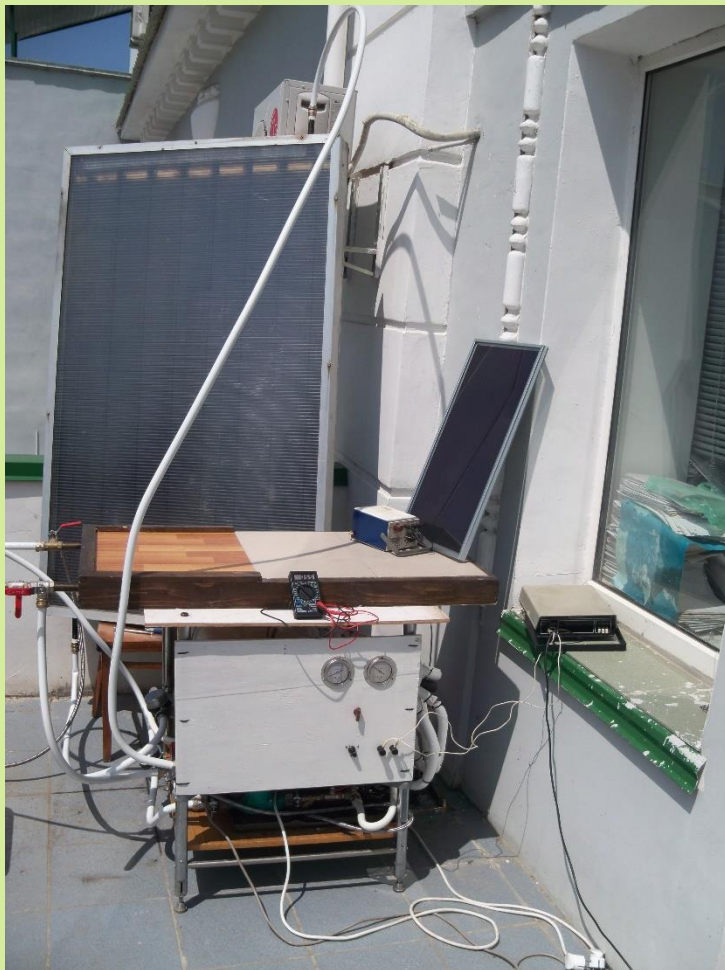
Сакская ВЭС (база практики)



СЭС «Родниковое» (база практики)



Установки по возобновляемой энергетике



Солнечная батарея

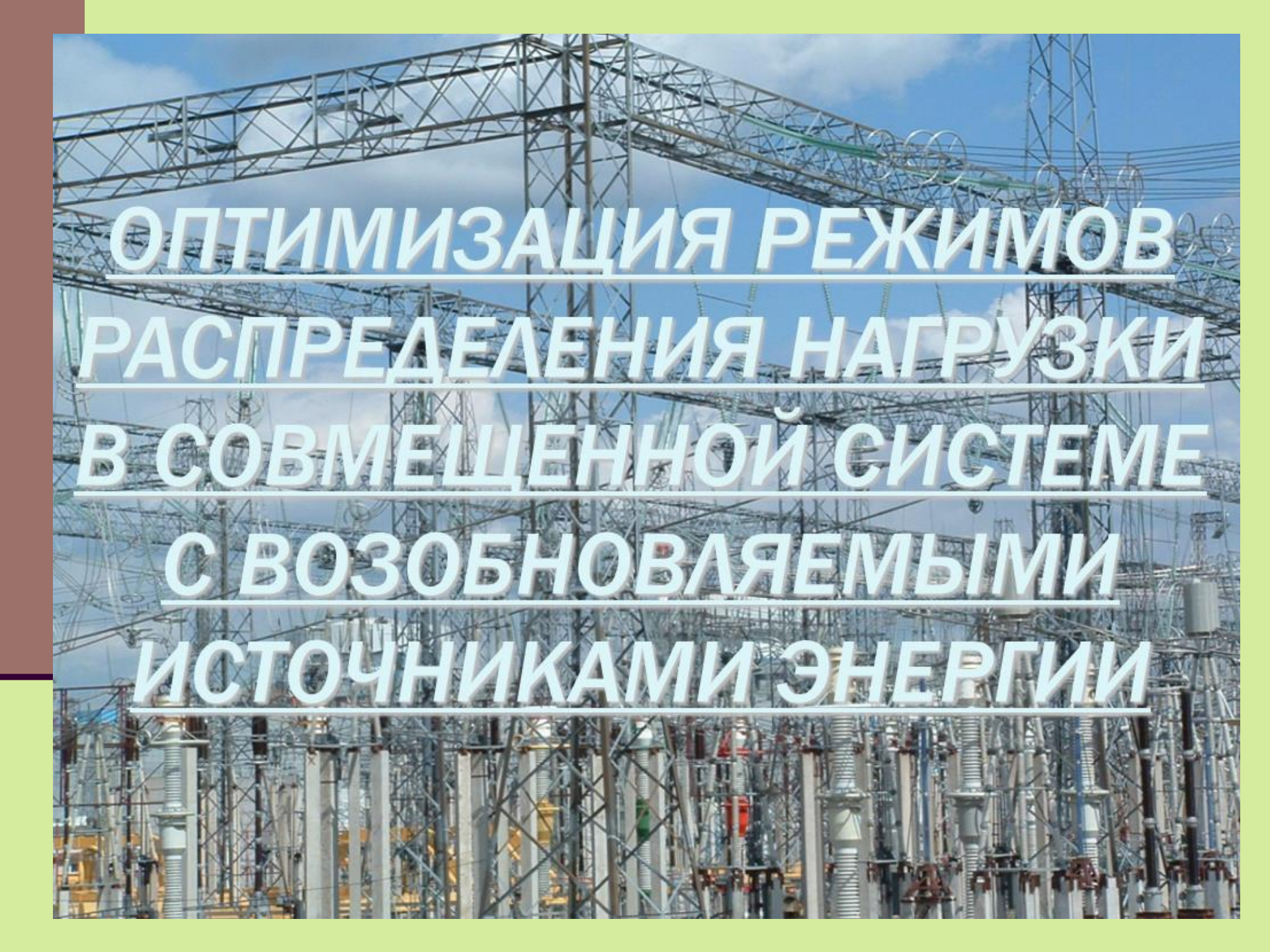


Стенд «умный дом»



Научная работа кафедры





**ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ
В СОВМЕЩЕННОЙ СИСТЕМЕ
С ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ
ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ**



**СОЛНЕЧНАЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ
(СЭС)
+
ТЕПЛОВАЯ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ
(ТЭС)**

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Мощность нагрузки - 80 МВт;

Мощность тепловой электростанции
(ТЭС) - 80 МВт;

Мощность солнечной электростанции
(СЭС) - 80 МВт;

Место расположения – крымский
полуостров.

При технико-экономических расчетах систем электроснабжения с использованием возобновляемых источников энергии имеют место неравностоящие узлы – генерируемых напряжений или токов была применена формула Лагранжа.

Метод Лагранжа

$$\Phi = \sum_{t=1}^{t=k} B_t + \sum_{t=1}^{t=k} \lambda_t P_{ТЭС,t} + \sum_{j=1}^{j=\gamma} \lambda_j P_j$$

где B_t – расход топлива на ТЭС,

$P_{ТЭС,t}$ – мощность ТЭС,

P_j – мощность СЭС,

λ – множитель Лагранжа.

Уравнение оптимизации работы СЭС и ТЭС имеет вид

$$\frac{b}{1 + \sigma_{ТЭС}} = \lambda_{\alpha} \frac{i_{\gamma}}{1 - \sigma_{\alpha}} = \lambda_{\beta} \frac{i_{\beta}}{1 - \sigma_{\beta}} = \dots = \lambda_{\gamma} \frac{i_{\gamma}}{1 - \sigma_{\gamma}}$$

где b – относительный прирост расхода топлива тепловой электростанцией,

σ – относительные приросты потерь активной мощности,

λ – множитель Лагранжа,

j – относительный прирост солнечной радиации.

Множитель Лагранжа

$$\lambda = \frac{\Delta B_{ТЭС}}{\Delta I}$$

где $\Delta B_{ТЭС}$ – расход топлива,

ΔI – интенсивность солнечной радиации.

График генерации электроэнергии ТЭС и СЭС

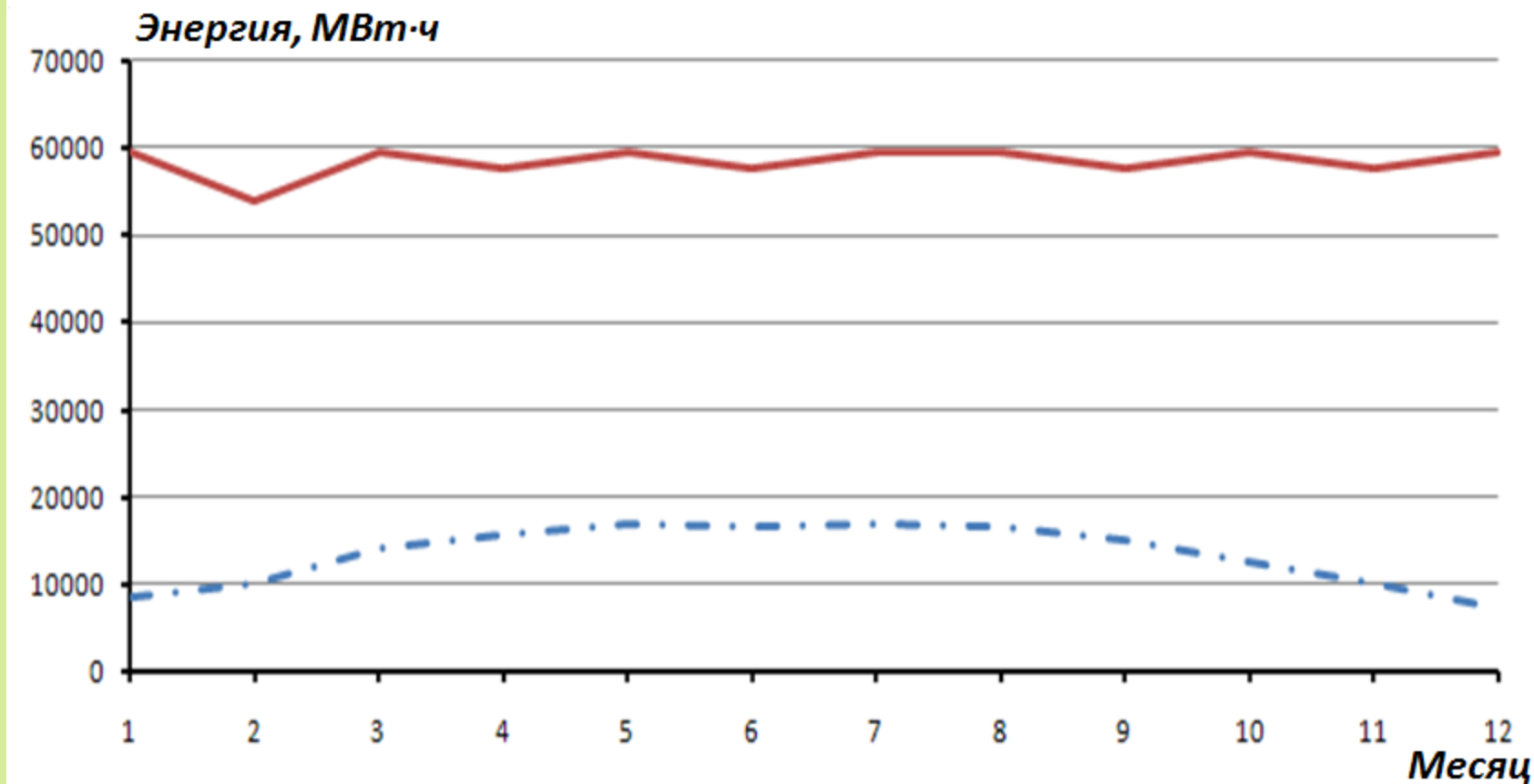
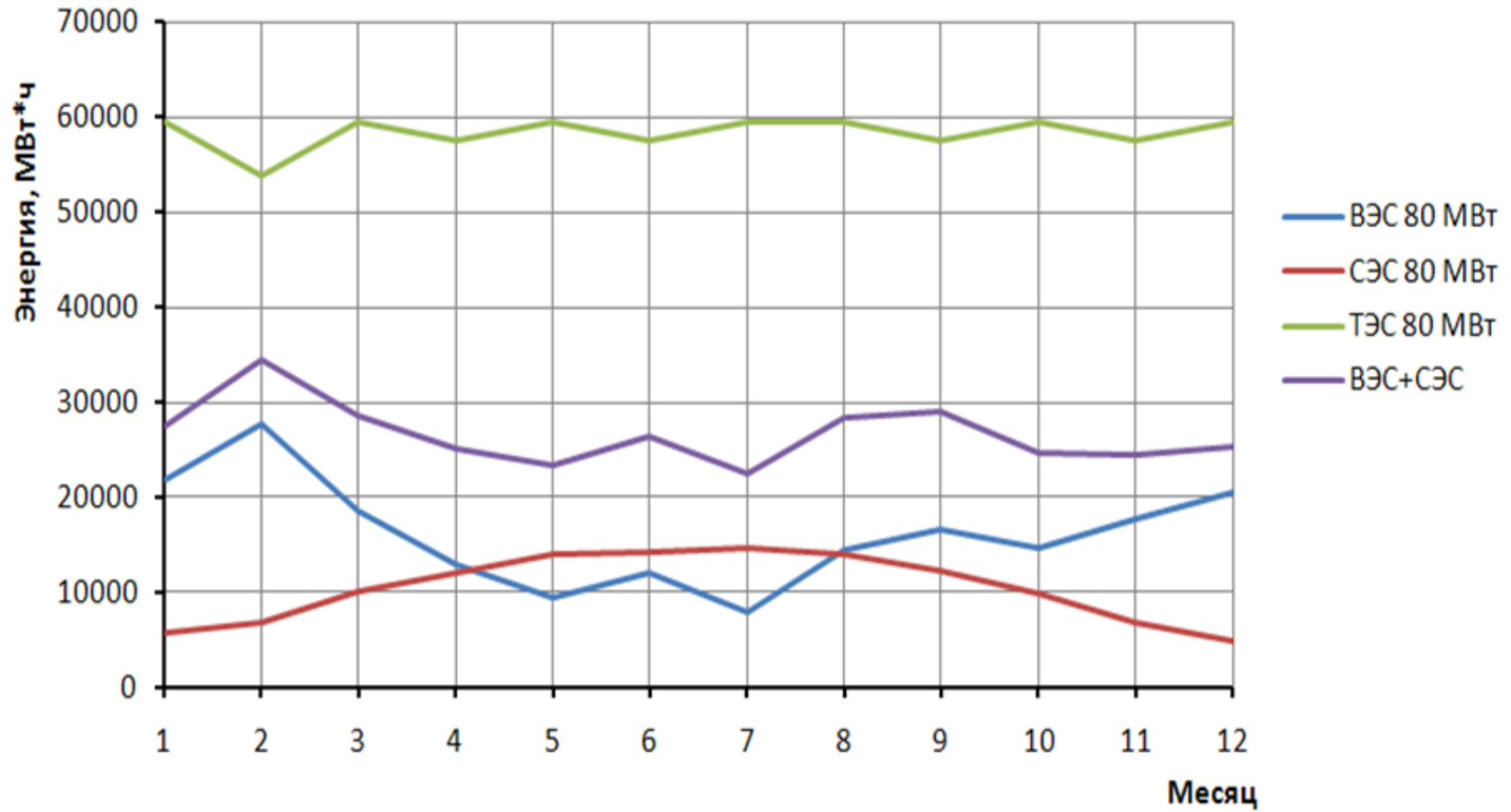


График генерации электроэнергии СЭС, ВЭС и ТЭС



Анализ совместной работы СЭС и ТЭС

показывает, что электроэнергия, выработанная СЭС составляет 23% от электроэнергии, выработанной при совместной работе СЭС и ТЭС.

Количество сэкономленного топлива составляет 183517 т.у.т. и масса выбросов диоксида углерода составит 89671 т.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!