

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра «Энергетики»

Темиров Амир Жеткергенұлы, Тлегенова Арай Советқызы

Создание виртуальной лаборатории «Автономная гибридная (ветро-солнечная)
электростанция»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальности 6B07101 «Энергетика», 5B071800 – «Электроэнергетика»

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра «Энергетики»

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ Заведующий кафедрой,
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева» Д. ассоц. профессор
Институт энергетики и машиностроения Е.А.Сарсенбаев
«29» 05 2022г.

Создание виртуальной лаборатории «Автономная гибридная (ветро-солнечная)
электростанция»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальности 6В07101 «Энергетика», 5В071800 – «Электроэнергетика»

Рецензент

д.т.н., профессор АУЭС им. Г.Даукеева

П.И.Сагитов

«29» 05 2022 г

Научный руководитель

к.т.н. ассоц. профессор

Е.Хидолда

«29» 05 2022 г



Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К. И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра «Энергетика»

Специальность 5В071800 – «Электроэнергетика»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

«Энергетика», PhD

Е.А. Сарсенбаев

01 2022 г.



ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Студентам: Темиров Амир Жеткергенұлы и Тлегенова Арай Советкызы
Тема: Создание виртуальной лаборатории «Автономная гибридная
(ветро-солнечная) электростанция»

Утверждена приказом ректора университета № 332-б от 22.02.2022г.

Срок сдачи законченной работы: 16.05.2022 г.

Исходные данные к выполнению дипломной работы:

*Общая структура объектов ВИЭ, требования по созданию виртуальной
лаборатории, методические указания по выполнению лабораторных работ*

Перечень вопросов, подлежащих в разработке дипломной работы:

а) Общие сведения о возобновляемой энергетике

б) Виртуальная лаборатория в учебном процессе

в) Разработка цифровой лаборатории по ВИЭ

с) Разработка методики выполнения виртуальной лаборатории

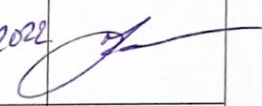
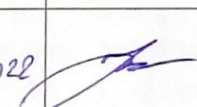
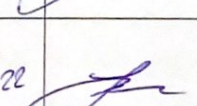
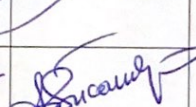
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных
чертежей): Графический материал представлен в виде презентации
содержащая 23 слайдов.

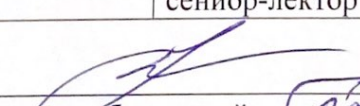
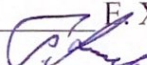
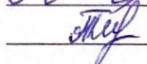
Список литературы представлен в количестве 13 материалов

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Общие сведения о возобновляемой энергетике	11.03.2022 г.	нет
Виртуальная лаборатория в учебном процессе	15.04.2022 г.	нет
Разработка цифровой лаборатории по ВИЭ	01.05.2022 г.	нет
Разработка методики выполнения виртуальной лаборатории	10.05.2022 г.	нет

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
с указанием относящихся к ним разделов диссертации

Наименования разделов	Научный руководитель, консультанты	Дата подписания	Подпись
Общие сведения о возобновляемой энергетике	Хидолда Е. канд.техн.наук, ассоц.профессор	01.05.2022	
Виртуальная лаборатория в учебном процессе	Хидолда Е. канд.техн.наук, ассоц.профессор	15.05.2022	
Разработка цифровой лаборатории по ВИЭ	Хидолда Е. канд.техн.наук, ассоц.профессор	20.05.2022	
Разработка методики выполнения виртуальной лаборатории	Хидолда Е. канд.техн.наук, ассоц.профессор	20.05.2022	
Нормоконтролер	Бердибеков А.О., сениор-лектор	23.05.2022	

Научный руководитель  Е. Хидолда
Задание принял к исполнению обучающийся  А. Ж. Темиров
 А. С. Тлегенова
Дата 01 03 2022 г.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыстың тақырыбы: «Автономды гибриді электр станциясы» виртуалды зертханасын құру. Бұл дипломдық жұмыста автономды гибриді (жел-күн) электр станциясының жұмысы қарастырылды. Күн мен жел энергиясы және олардың гибриді электр станциясы ретіндегі бірлескен жұмысы да жеке қарастырылады, осылайша студенттер жаңартылатын энергия туралы жалпы түсінік алады, виртуалды шындық технологияларын қолдана отырып, жаңа әдістерді қолдана отырып, осы жұмыста көрсетілген зертханалық практикумдар арқылы алынған материалды бекітеді.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: Создание виртуальной лаборатории "Автономная гибридная электростанция". В данной дипломной работе была рассмотрена работа автономной гибридной (ветро-солнечной) электростанции. Так же отдельно рассматривается солнечная и ветровая энергетика и их совместная работа в качестве гибридной электростанции для того, чтобы студенты имели общее понимание о возобновляемой энергии, закрепили полученный материал лабораторными практикумами, показанные в данной работе, применяя новые методы с использованием технологий виртуальной реальности.

ANNOTATION

The theme of the thesis is : "Autonomous hybrid power plant". In this thesis, the work of an autonomous hybrid (wind-solar) power plant was considered. Solar and wind energy and their joint work as a hybrid power plant are also considered separately so that students have a general understanding of renewable energy, consolidate the material obtained with laboratory workshops shown in this paper, using new methods using virtual reality technologies.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	7
1	Общие сведения о возобновляемой энергетике	8
1.1	Применение возобновляемых источников энергии	8
1.2	Факторы устойчивого развития и меры поддержки возобновляемых источников энергии в Казахстане	8
2	Виртуальная лаборатория в учебном процессе	13
2.1	Виды учебных виртуальных лаборатории	15
3	Разработка цифровой лаборатории по ВИЭ	18
3.1	Солнечная энергетика	18
3.1.1	Фотоэлектрические панели для СЭС	19
3.1.2	Аккумуляторы и их виды	21
3.1.3	Инверторы, контроллеры и их виды	23
3.1.4	Система слежения за Солнцем	24
3.1.5	Монтаж и эксплуатация солнечных электростанций	25
3.2	Ветроэнергетика	27
3.2.1	Устройство ВЭУ	28
3.2.2	Генераторы и виды ВЭС	29
3.4	Гибридная ветро-солнечная электростанция	33
4	Разработка методики выполнения виртуальной лаборатории	37
4.1	Виртуальная лаборатория по солнечной энергетике	37
4.1.1	Установка и диагностика фотоэлектрических модулей	37
4.1.2	Обслуживание и диагностика аккумуляторных батарей для СЭС	39
4.1.3	Обслуживание и настройка солнечного контроллера и инвертора	42
4.1.4	Установка и настройка системы слежения за Солнцем	45
4.1.5	Монтаж и обслуживание солнечной электростанции	47
4.2	Виртуальная лаборатория по ветровой энергетике	48
4.2.1	Обслуживание и настройка ветрового контроллера и инвертора	50
4.2.2	Монтаж и обслуживание гибридной (солнечно-ветряной) электростанции	55
	Заключение	59
	Список используемой литературы	60

ВВЕДЕНИЕ

В данном дипломном проекте мы изучили методы введения инновационных решений виртуальных лабораторий для обучающихся с применением VR технологий. Основным принципом использования возобновляемой энергии заключается в её извлечении из постоянно происходящих в окружающей среде процессов и предоставлении для технического применения. К возобновляемым источникам энергии относят энергию Солнца, ветра, воды и биомасс.

Солнечная энергия – это применения фотоэлектрических панелей, направленных к Солнцу для дальнейшего преобразования в электрическую энергию. Данный процесс называется фотоэлектрическим эффектом.

Ветроэнергетика – это отрасль возобновляемых источников энергии, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в электрическую энергию для дальнейшего применения в народном хозяйстве. Направление обучения по возобновляемым источникам энергии является новым, если сравнивать с другими направлениями, поэтому количество практических работ не позволяет в полной мере освоить весь полученный материал в ходе обучения. Виртуальная лаборатория — это программно-аппаратный комплекс, который позволяет проводить различные эксперименты без прямого контакта с реальным оборудованием и иным объектом исследования.

Рассмотренная в данном дипломном проекте виртуальная лаборатория использует технологию VR-очков. VR – это созданный техническими средствами мир, передающийся человеку через его ощущения: зрение, слух, осязание и другое. Тема работы «автономная гибридная (ветро-солнечная) электростанция» полностью отвечает требованиям современных решений и методик обучения будущих специалистов и способен повысить уровень квалификации опытных инженеров в сфере возобновляемой энергетики. Так же были разработаны методические лабораторные практикумы для студентов, с помощью которых они могли бы закрепить полученные в ходе обучения материалы на практике без необходимости выезда за пределы учебного заведения с помощью виртуальной лаборатории, используя технологию виртуальной реальности. Благодаря модернизации и разработке методических указаний данный проект станет удобным инструментом для повышения качества знаний студентов в области возобновляемой энергетики.

1 Общие сведения о возобновляемой энергетике

Возобновляемые источники энергии — природные ресурсы или процессы, из которых получают энергию и которые по человеческим меркам являются не истощаемыми или возобновляются быстрее, чем расходуются.

К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) относят солнце, ветер, воду (кроме крупных ГЭС), геотермальные источники, биотопливо, т. е. все источники, энергия которых считается неисчерпаемой.

Возобновляемая энергетика помогает в решении таких проблем, как дефицит ископаемого топлива, истощение ресурсов планеты, экологические издержки, изменение климата.

1.1 Применение возобновляемых источников энергии

Преимущества использования возобновляемых источников энергии на промышленном и местном уровнях

- наличие в Казахстане неисчерпаемых, возобновляемых ресурсов;
- высокая эффективность использования возобновляемых источников энергии в отдаленных районах;
- возобновляемые источники энергии экологически чистые;
- возобновляемые источники энергии, несмотря на перечисленные преимущества, имеют ряд недостатков. К перечисленным недостаткам относятся;
- меры государственной поддержки не обсуждаются в достаточном объеме;
- отсутствие качественных специалистов, решающих проблемы возобновляемых источников энергии;
- отсутствие оборудования для решения проблем возобновляемых источников энергии.

1.2 Факторы устойчивого развития и меры поддержки возобновляемых источников энергии в Казахстане

В настоящее время существует множество условий, поддерживающих возобновляемые источники энергии. Некоторые из них показали свою эффективность в процессе использования. Среди таких мер стоит более подробно рассмотреть:

- зелёные сертификаты;
- возмещение стоимости технологического присоединения;

- тарифы на подключение;
- система чистого измерения.

К 2020 году возобновляемые источники энергии в Казахстане достигли 3%. Отрасль развивается достаточно динамично. В ней утверждается много проектов, требующих денежных вложений. К 2030 году президент поручил достичь показателя возобновляемых источников энергии не 10%, а 15%. Президент также поручил увеличить количество таких установок, как солнечные панели, ветрогенераторы, ветряные турбины, в отношении возобновляемых источников энергии.

Поэтому требуются создание проектно-технической документации, испытания, внедрение ее в производство. Массовое серийное производство собственных ветровых турбин позволит создать новые рабочие места. Все это позволит создать новую отрасль промышленности в республике, быстрее и финансово-эффективнее достичь крупномасштабного производства электроэнергии из ВИЭ для внутреннего и внешнего рынков сбыта.

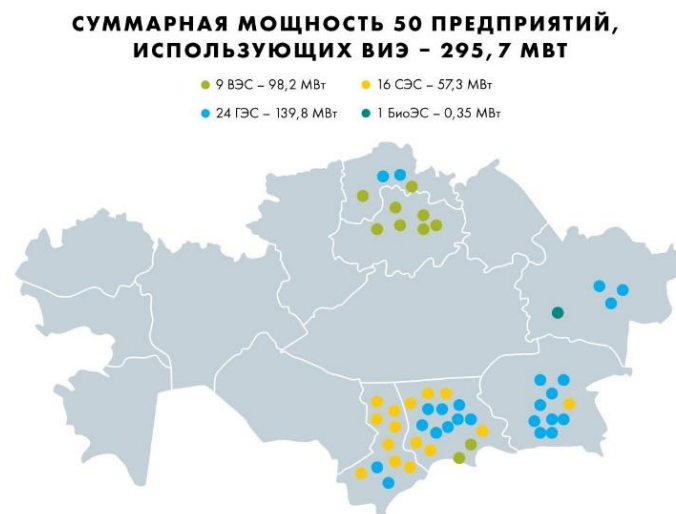


Рисунок 1 - Суммарная мощность ВИЭ в Казахстане

Основная проблема энергетики Казахстана в том, что большой процент установленных мощностей генерации – это морально и физически устаревшие угольные электростанции еще советской постройки. Для производства электроэнергии из ВИЭ в стране есть «сырье», как природный энергоноситель, ветер и солнечное излучение, но нет массового производства средств генерации электроэнергии из них. Для того чтобы ветроэнергетика и ВИЭ стали конкурентно преимущественной отраслью экономики, необходимы не только лучшие условия в виде сырья и рынки сбыта, но и связанные с генерацией, транспортом и продажей электроэнергии отрасли, множество предприятий, объединенных в кластеры и создающие цепочку добавленной стоимости от исследования, проектирования до конечного продукта. Они могли бы делить между собой рынок, уменьшая при этом цену всех его комплектующих за счет увеличения масштабирования продукции. Благодаря кооперации производств

цены будут снижаться, как на промежуточные изделия, так и на конечный продукт – электроэнергию. Но проблема в том, что отрасли, связанные с ВИЭ, как машиностроение и электротехническая промышленность, не развиты в Казахстане. Это становится препятствием для создания кластеров.

Условия:

- ветровой потенциал десятки тысяч МВт (от 10 МВт/кв. км. и выше для компактных инновационных турбин) или свыше 1 триллиона кВт-час в год - один из лучших в мире по оценке МООС РК и ПРООН;
- гидроэнергетический потенциал тысячи МВт;
- благоприятный солнечный климат;
- близость к основным рынкам сбыта большой емкости;
- удаленность крупных центров потребления электроэнергии на юге Казахстана от традиционных источников энергии;
- наличие особенно благоприятных ветровых условий в ветровых коридорах, где ветра дуют только в одном (Ерейментау, Жузымдык) или периодически меняющихся на противоположенное направление (Джунгарские ворота, Шелек, Кордай).

Рынок:

- высокий спрос на энергию на внутреннем и внешнем рынках соседних стран;
- потенциальный объем рынка электроэнергии до 50 млрд. кВт-ч в год и выше;
- диверсификация экспортного потенциала за счет не сырьевых ВИЭ;
- рынок сбыта квот на выбросы оксида углерода;
- переход с традиционных источников энергии на ВИЭ.

ВИЭ особенно богат юго-восток Казахстана. В силу удаленности от традиционных источников энергии, таких как месторождения угля, нефти и газа, снабжение данными видами энергии этого региона требуют транспортировки на многие сотни километров, что сопряжено со значительными затратами и потерями. Рынок ВИЭ региона очень емок. Потенциально, экологически чистые источники энергии юга Казахстана могут не только с лихвой обеспечивать внутренний рынок, но и идти на экспорт в соседние страны, например Китай, испытывающий постоянно растущий спрос на электрическую энергию.

Для начала масштабного производства ВИЭ в Казахстане, в том числе и ветровой энергии, необходимо добиться ее конкурентоспособности по цене и производительности с традиционными источниками энергии. Ветровая энергетика в Казахстане представляет особый интерес по способности генерировать промышленные объемы электроэнергии, которую можно транспортировать по линиям электропередачи удаленным пользователям, а также использовать для генерации тепловой энергии, например в виде горячей воды.

Это возможно с помощью таких специальных и конструктивных и технических решений, которые бы полностью учитывали, а потому и

полностью использовали, особенности и мощнейший потенциал наилучших ветровых регионов Казахстана, таких как Джунгарские ворота и Шелекский коридор, а также целого ряда других.

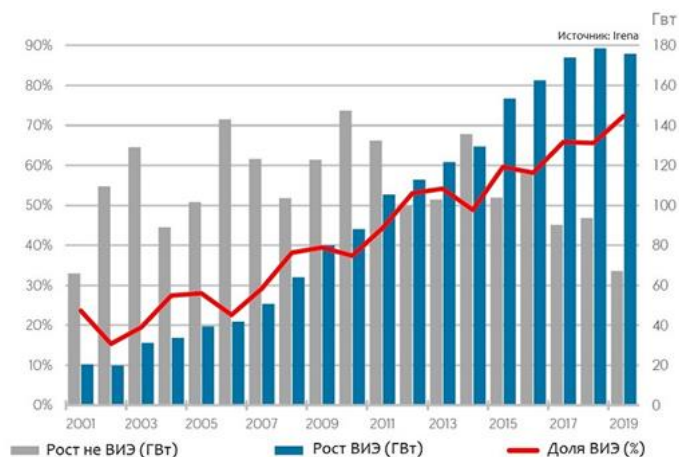


Рисунок 2 - Прирост мощностей электроэнергетики в мире и доля ВИЭ

По данным IRENA, глобальная установленная мощность ВИЭ увеличилась на 7,4% в 2019 году, в котором были введены в эксплуатацию 176 ГВт новых электростанций, работающих на основе возобновляемых источников энергии. В результате мощности ВИЭ по итогам года выросли до 2537 ГВт.

Более половины новых возобновляемых мощностей было установлено в Азии (95,5 ГВт, рост на 9%), за которой следуют Европа (+35 ГВт, + 6,6%), Северная Америка (+22 ГВт, + 6%), Южная Америка (+8,4 ГВт, + 4%), Океания (+6,2 ГВт, + 18%), Евразия (+3,1 ГВт, + 3%), Ближний Восток (+2,5 ГВт, + 13%), Африка (+2 GW, + 4,3%) и Центральная Америка (+0,6 GW, + 4,1%).

Большая часть новых мощностей ВИЭ (почти 90%) – это солнечные и ветровые электростанции. В солнечной энергетике, по данным IRENA, была введено в строй 98 ГВт, что увеличило общую мощность сектора примерно на 20%. Ветроэнергетика выросла на 59 ГВт, включая 26 ГВт, добавленных в Китае, и 9 ГВт в США.

Остальная часть новых мощностей ВИЭ — это гидроэнергетика (+12 ГВт, в основном в Китае и Бразилии), биоэнергетика (+6 ГВт) и геотермальная энергетика (+700 МВт).

По итогам 2019 года солнечная (586 ГВт) и ветровая (623 ГВт) энергетика вместе взятые впервые обошли гидроэнергетику (1190 ГВт) по установленной мощности (без учёта ГАЭС).

На графике выше показано, что доля ВИЭ в приросте генерирующих мощностей в мире за 2019 год впервые превысила 70%.

По оценке IRENA, доля ВИЭ в установленной мощности мировой электроэнергетики по итогам 2019 года достигла 34,7%.

Стратегия, структура стоимости и производства и конкурентное преимущество

Для успешного создания зеленой индустрии Казахстана необходимо выработать такую стратегию развития, которая бы позволила достичь структурные и ценовые конкурентные преимущества, позволяющие создавать долгосрочные выгоды и добавленную стоимость для всех заинтересованных сторон и общества в целом.

Стратегия развития ВИЭ должна основываться на позиционном анализе потенциала зеленой энергетики РК, которая была бы направлена на преодоление слабых сторон и метизации рисков для соответствия возможностей и сильных сторон. Важно разработать и применить такие технологические инновации, которые бы позволили не только добиться лучших конкурентных преимуществ по сравнению с имеющимися благодаря синергии природных, производственных, географических возможностей, которые определяют технологическую структуру ВИЭ, ее стоимостные и маркетинговые преимущества.

Казахстану выгоднее не только импортировать готовую продукцию, что скорее еще больше закрепит его роль потребителя импорта не самых адекватных и дорогих технологий. Это не будет способствовать к массовому распространению использования ВИЭ в виду их высокого ценового барьера. Поэтому для массового и наиболее доходного и доступного для потребителей использования ВИЭ, Казахстану необходимо приложить максимум усилий на создание собственной индустрии на основе имеющийся в стране технологической базы. Конечно, немаловажно при этом полностью учесть имеющийся в передовых технологически развитых странах наработанный ими в данной области опыт.



Рисунок 3 - СЭС «Бурное» Жамбылская область, Казахстан

В Казахстане это возможно с помощью специальных и конструкционных и технических решений, которые учитывают, а потому и направлены на

максимальное использование особенностей и мощнейшего потенциала наилучших ветровых регионов Казахстана, таких как Джунгарские ворота и Шелекский коридор, а также Ерейментау, Жузымдык, Кордай и др. Площадь этих перспективных участков составляет тысячи кв. км.

Зеленая энергетика, по словам Президента РК Касым-Жомарт Кемелевича, должна быть инновационной. Казахстан предлагает инновации, направленные на наилучшее использование местных выдающихся ветровых и географических условий, позволяющих начать массовое изготовление не только производственных и капиталоемких технологий с большой добавленной стоимостью, ветровых турбин, генераторов и необходимых стекловолоконных материалов, но и производства с их помощью товара массового потребительского спроса, каким является электроэнергия. При этом эти производства будут отвечать всем требованиям устойчивого роста и зеленого развития, о необходимости которых говорит мировое сообщество.

Массовая выработка и снижения цены возобновляемой энергии благодаря экономии масштабов принесет наибольший экономический эффект благодаря внедрению конструкторских и технологических прорывных инноваций (disruptiveinnovations), направленных на достижение устойчивого и долгосрочного конкурентного преимущества по следующим показателям:

- снижение удельной стоимости строительства на МВт генерирующей мощности (\$/МВт)
- увеличение производительности в виде эффективной работы с полной нагрузкой (час/год), в т. ч. и при ураганных и порывистых ветрах до 50 м/сек
- улучшение плотности размещения генерирующих мощностей на единицу земли (МВт/кв. км)
- быстрота и дешевизна изготовления, транспортировки, монтажа и строительства генерирующих мощностей.

Инновационные технологии ВИЭ должны быть направлены на создание мощных высокопроизводительных ветровых турбин мощностью от сотен кВт до 1-5 МВт для генерации электроэнергии в промышленных масштабах с низкой себестоимостью, более плотным размещением и устойчивостью к возможной сейсмической активности. Это благоприятно скажется на цене конечного продукта - электроэнергии и вызовет большой спрос на нее. Можно ожидать, что шансы такого успешного освоения ветроэнергетического потенциала наилучших ветровых участков в Казахстане будут более велики.

2 Виртуальная лаборатория в учебном процессе

Виртуальная лаборатория состоит из программного обеспечения или даже целостный программно-аппаратный комплекс, коей позволяет производить различные опыты вне непосредственного контакта с реальным оборудованием либо предметом исследования. временами под виртуальной лабораторией разумеют полноценную лабораторию с удаленным допуском и центром управления, однако почтаще предполагают имитирование эксперимента с помощью компьютерных технологий.

В некоторых вариантах виртуальные лаборатории используются как альтернативная обстановка для изучения и выполнения тренировочных экспериментов, а временами без них невозможна экспериментальная работа реальных ученых. И, безусловно, виртуальные лаборатории – хороший механизм для наглядной презентации функционирования достижений всевозможных участков науки. Виртуальные лаборатории могут высвободить от необходимости покупки дорогого оборудования, расходных материалов и реактивов. Помимо этого, они открывают вероятность имитирования процессов, которые нельзя наглядно проанализировать в лабораторских условиях, например, по фактору незначительных масштабов отмечаемых частиц. Кроме всего, компьютерное имитирование разрешает проверять и изменять (ускорять либо замедлять) время протекания процессов. При этом поддерживается абсолютная надежность – вдобавок важное преимущество исполнения службы с поддержкой условных лабораторий.

Из-за недостающего финансирования во многих лабораториях сконструировано устаревшее оборудование, которое имеет возможность искривлять итоги экспериментов и служить возможным источником угрозы для обучающихся. Помимо этого, в таких зонах как, например, химия, помимо оснащения необходимы вдобавок расходные материалы (реактивы), цена которых довольно высока. Разумеется, компьютерное оснащение и ПО ещё и стоит недешево, впрочем, общезначимость компьютерной техники и ее широкая популярность компенсируют данный недостаток.

Вероятность имитации процессов, процесс которых сознательно нельзя в лабораторских условиях. явная представление на экране компьютера. прогрессивные компьютерные технологии позволяют отследить процессы, трудноразличимые в реалистичных условиях без применения добавочной техники,

Например, из-за незначительных масштабов наблюдаемых частиц, вероятность проникновения в тонкости процессов и наблюдения случающегося вином масштабе времени, что важно для процессов, проходящих за доли секунды или, напротив, продолжающихся в течение многих лет. Надежность представляется существенным плюсом применения воображаемых лабораторий в случаях, где идет работа, например, с высокими напряжениями или химическими веществами.

В связи с тем, что управлением виртуального процесса занимается компьютер, возникает вероятность стремительного выполнения серии экспериментов с различными значениями входных параметров, что зачастую нужно для определения связей выходных параметров от входных.

Расчетливость периода и ресурсов для ввода итогов в электронный формат. Отдельные работы настаивают на дальнейшей обработке довольно огромных массивов приобретенных числовых данных, которые исполняются на компьютере после выполнения серии экспериментов. некрепким местом в этой очередности операций при использовании настоящей лаборатории представляется ввод приобретенной информации в компьютер. В виртуальной лаборатории данный шаг отсутствует, так как исходные могут вписываться в электронную таблицу итогов конкретно при выполнении экспериментов экспериментатором либо автоматически. Таким образом, экономится время и значительно убавляется доля вероятных ошибок.

И, наконец, раздельное и значительное превосходство включается в потенциал применения виртуальной лаборатории в дистанционном обучении, когда в принципе отсутствует вероятность службы в лабораториях университета.

Области применения программных решений лабораторские занятия учащихся в компьютерных классах;

Демонстрационное проведение лекций, тренировочных пособий и практикумов;

Дистанционное обучение;

Системы увеличения квалификации персонала;

Академические изыскания с применением компьютерного моделирования. вероятность отследить процессы, трудноразличимые в реальных условиях без использования добавочной техники, например, из-за незначительных масштабов наблюдаемых частиц;

Вероятность имитирования процессов, ход коих принципиально нельзя в лабораторных условиях;

Вероятность проникновения в тонкости процессов и наблюдения происходящего в другом масштабе времени, что актуально для процессов, проходящих за доли секунды или, напротив, продолжающихся в течение некоторых лет;

Безопасность – важное преимущество применения условных лабораторий в случаях, где проводится работа, например, с высочайшими напряжениями или химическими веществами.

2.1 Виды учебных виртуальных лабораторий

2.1.1 Учебная виртуальная 2D лаборатория

К современным представителям виртуальных 2D лабораторий причисляются стенды, или математико-комплексное ПО, специализированное для имитации службы механизмов, электростанций и подстанций, а также взаимодействию работы всевозможных инструментов и устройств. Одним из зачастую используемых агрегатов для визуализации инструментов 2D представляются стенды. Оборудование представляет собой сенсорную панель с диагональю экрана 42 дюйма, возвышенного разрешения в ударопрочном защищенном корпусе стенного (настольного) монтажа с цветным интерактивным изображением. Интерактивная картинка с сенсорным управлением позволяет двигать элементы напрямую на панели с помощью пальца либо указки и визуально следить за изменением параметров службы механизмов.



Рисунок 4 - Стенд виртуальной 2D лаборатории.

2.1.2 Учебная виртуальная 3D лаборатория

Реальное графическое представление предмета изучения в настоящем времени по средствам прогрессивной видеоигровой 3D-графики. К графической сочиняющей программных продуктов предъявляются специализированные требования, подходящие всемирному уровню формирования технологии компьютерной графики. Прообразы используемых многомерных модификаций разрабатываются в детализированном согласовании с реальным оборудованием, а для динамической прорисовки предметов виртуального многомерного места применяется шейдерная технология, что позволяет достигать высочайшего свойства отображения в отношении прорисовки фактуры материалов, динамического освещения и концепции теней.

В задачи обучающего программного обеспечения входит формирование креативного мышления и высококласных возможностей обучаемых, искусства разгадывать вопросы практического характера, совершать независимые выводы, в виду чего виртуальные лабораторные комплексы и симуляторы обязаны всецело соответствовать настоящему тренировочному процессу. Приступая к осуществлению лабораторского эксперимента, обучаемый обязан знать технологию изучения и хорошо видеть процесс работы, порядок операций и расчетов. В реальном тренировочном процессе предоставленную информативную функцию исполняют тренировочные пособия и брошюры с методическими указаниями. Программные продукты абсолютно моделируют реалистичные лаборатории, а методики исследований представляются обязательной составляющей программных комплексов (Рисунок 5).

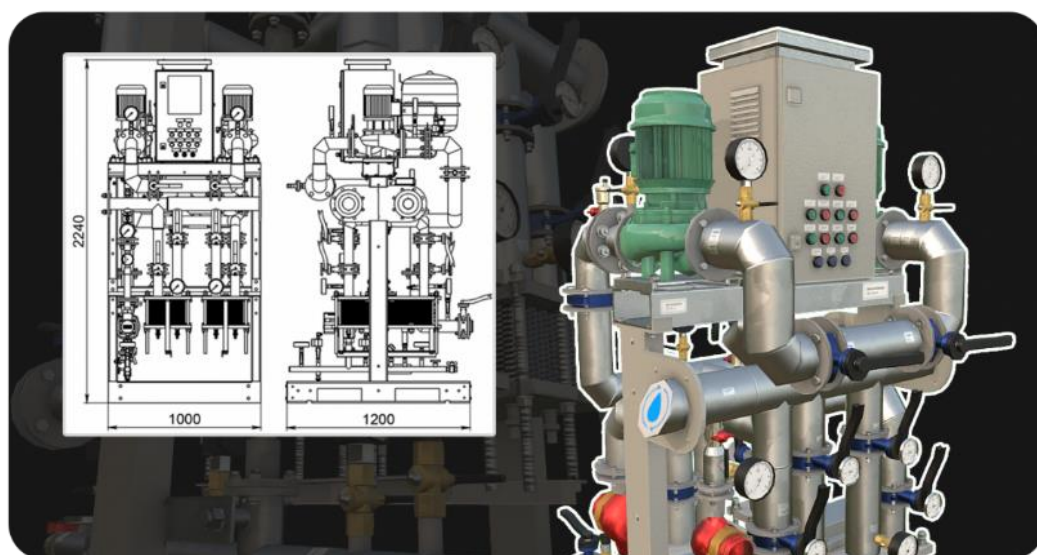


Рисунок 5 - Пример переноса чертежа в 3D модель

2.1.3 Учебная виртуальная лаборатория с использованием VR технологий

Виртуальная реальность (Virtual Reality, VR, искусственная реальность) — реализованный промышленными средствами мир, воспроизводимый человеку сквозь его ощущения: зрение, слух, ощущение и другие. Виртуальная реальность моделирует как воздействие, так и реакции на воздействие. Для создания доказательного комплекса чувств реальности видеопьютерный синтез параметров и реакций виртуальной действительности выполняется в реальном времени. VR позволяет ученикам работать, не покидая трудовых мест, а у гарнитур отсутствуют какие-нибудь провода, объединяющие их с компьютерами и иными устройствами. Это позволяет вывести «слепые» передвижения обучающихся внутри помещения, которые могут ввергнуть к столкновениям и травмам при общественном применении многих устройств одновременно. Для перемещения внутри цифровой реальности, поиска, подбора

и пуска сценариев применяются жесты и простые движения головы. Например, учащимся во время урока не нужно при просмотре контента с 360-градусной развёрткой подниматься с места и поворачиваться. Визуализация электронных предметов дополненной действительности выполняется с помощью программного обеспечения ARC (Augmented Reality Classroom) (Рисунок 6). Оно позволяет взбодрить печатные материалы и изображать на основании их содержимого многомерные изображения.



Рисунок 6 - Использование VR технологий в обучении

3 Разработка цифровой лаборатории по ВИЭ

3.1 Солнечная энергетика

Солнечная энергетика — направление альтернативной энергетики, основанное на косвенном использовании солнечного света для получения энергии в том или ином виде. Солнечная энергия считается экологически чистой, то есть не оставляет вредных отходов в процессе использования. Производство энергии с помощью солнечных электростанций хорошо согласовывается с концепцией распределённого производства энергии.

Использование солнечной энергии в Казахстане также незначительно, при том, что годовая длительность солнечного света составляет 2200—3000 часов в год, а оцениваемая мощность 1300—1800 кВт на 1 м² в год.

В конце 2012 года в Жамбылской области Кордайском районе была введена в эксплуатацию первая очередь солнечной электростанции — «Отар» (первая очередь), мощность — 504 кВт, проектная мощность 7 МВт.

20 декабря 2013 года в ходе общенационального телемоста «Сильный Казахстан — построим вместе!» был дан старт работе Капшагайской СЭС (г. Капшагай Алматинской области) мощностью 2 мегаватт, где применена технология слежения за солнцем. Проект реализован дочерней компанией АО «Самрук-Энерго» ТОО «Samruk-Green Energy». В 2021 году мощность солнечной энергетике составляла 2 834 МВт.

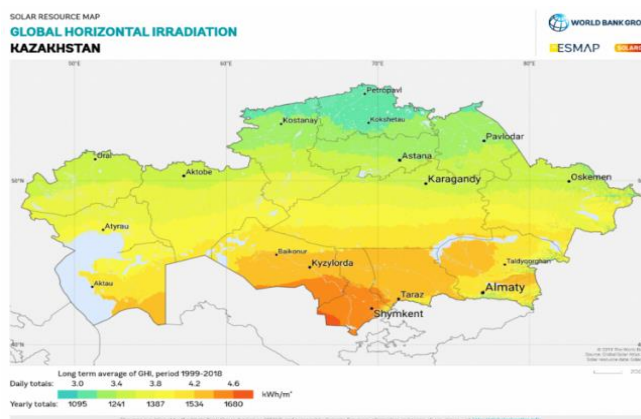


Рисунок 7– Карта интенсивности солнечной радиации Казахстана

Крупнейшая страна Центральной Азии, Казахстан, обладает огромным потенциалом солнечной энергии. Количество солнечной радиации составляет 1300-1800 кВт·ч на квадратный метр в год [5] (Рисунок 7). Годовой потенциал солнечной энергии оценивается в 2,5 миллиарда кВт·ч.

Не менее 50% территории Казахстана пригодно для установки солнечных электростанций [3]. Однако до недавнего времени солнечные ресурсы страны не использовались для выработки электроэнергии. Казахстан развивает

технологии солнечной энергетики, а именно производство фотоэлектрических модулей с использованием местного кремния. Поскольку Казахстан богат кремнием, началось производство кремниевых солнечных батарей на внутреннем рынке [8]. В связи с этим недавно в Нур-Султане был запущен завод «Астана Солар» по производству фотоэлектрических модулей. Завод будет производить солнечные батареи из казахстанского кремния. Проектная мощность фотоэлектрических пластин составляет 50 МВт с возможностью увеличения до 100 МВт.

По данным Международного Энергетического Агентства (МЭА), в течение 40 лет солнечная энергия может удовлетворить около 20-25% потребности страны в энергии. Более того, эта доля необходимой электроэнергии может сократить выбросы углекислого газа на 6 миллиардов тонн ежегодно [3].

3.1.1 Фотоэлектрические панели для СЭС

Фотоэлектрические панели ("солнечные батареи") - полупроводниковые источники постоянного тока, преобразующие поток фотонов в движение заряженных частиц.

Фотоэлектрическая энергия - это свойство, которое должны иметь возможность генерировать электрический ток, когда они подвергаются воздействию солнечного излучения. Это происходит, когда энергия солнца высвобождает электроны, чтобы создать поток электрической энергии.

Солнечная панель состоит из серии фотоэлектрических элементов. Это слои кремния, состоящие из фосфора и бора, которые могут генерировать электрический заряд при получении солнечного излучения. Они могут синтезироваться в модуль, так что напряжение может быть отрегулировано до пригодной для использования системы постоянного тока.

В настоящее время используются три типа солнечных панелей, которые широко распространены в мире, к таковым относят:

-Аморфные солнечные панели: по-другому именуемыми «тонкопленочными» все реже используются и не имеют определенной структуры. Обычно в первые месяцы эксплуатации он значительно теряет энергоэффективность. Аморфные ячейки обладают более высокой эффективностью, чем два других, хотя для них требуется вдвое больше площади поверхности при той же выходной мощности, что и для монокристаллического покрытия или панели. Однако они более гибкие и лучше выдерживают более высокие температуры (Рисунок 8).



Рисунок 8 - Аморфные солнечные панели

- Поликристаллические солнечные панели: Они состоят из кристаллов, которые имеют разную ориентацию и отличаются голубоватым оттенком. Преимущество производственного процесса состоит в том, что он дешевле, но во время его использования это менее эффективный продукт. Поликристаллические панели, как правило, обладают меньшей теплостойкостью, чем монокристаллические солнечные панели, и работают при высоких температурах немного хуже, чем монокристаллические солнечные панели. Тепло может повлиять не только на производительность поликристаллических солнечных панелей, но и, по прогнозам, существенно сократит срок их службы (Рисунок 9).



Рисунок 9 - Поликристаллическая солнечная панель

- Монокристаллические солнечные панели: Они считаются продуктами более высокого качества, поскольку они имеют ячейки, которые образуют панель и состоят из одного кристалла кремния высокой чистоты, который затвердевает при той же температуре (Рисунок 10). Эти солнечные панели обеспечивают большую эффективность и производительность, поскольку они

позволяют электронам двигаться более свободно. Хотя производственный процесс дороже, продукт более высокого качества производится намного эффективнее.



Рисунок 10 - Монокристаллическая солнечная панель

3.1.2 Аккумуляторы и их виды

Аккумуляторы или батареи-это устройства, состоящие из набора аккумуляторов, которые позволяют использовать их в течение необходимого периода времени. Из-за обратимости химических процессов внутри аккумулятора такие устройства можно многократно перезаряжать и разряжать. Они используются в автомобилях и различных бытовых приборах, таких как пульты дистанционного управления и ноутбуки. Также в качестве резервного источника питания в медицинской сфере, промышленности, космической отрасли.

Виды аккумуляторов:

- аккумуляторы щелочные;
- литий-ионные АКБ;
- литий-полимерные аккумуляторы;
- гелиевые аккумуляторы;
- свинцово-кислотные АКБ;
- никель-металл-гибридные аккумуляторы;

Электрические аккумуляторы больше подходят для солнечных электростанций, потому что они создают солнечные электростанции, а потребитель потребляет электроэнергию, непосредственно хранящуюся в аккумуляторе.

Во многих фотоэлектрических системах используются свинцово-кислотные батареи. Следует отметить, что аккумуляторы, разработанные специально для солнечных электростанций (и других подобных систем), даже

если они основаны на той же технологии, существенно отличаются от иных видов АКБ.

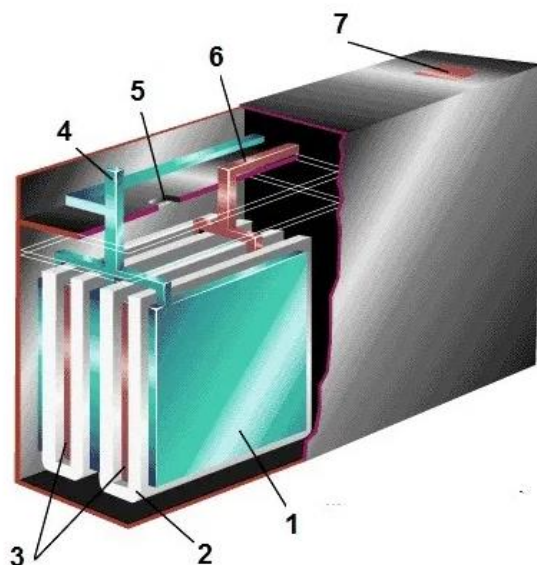


Рисунок 11 - Структура аккумуляторной батареи

- 1 - Отрицательный электрод
- 2 - Разделительный слой
- 3 - Положительные электроды
- 4 - Отрицательный контакт
- 5 - Предохранительный клапан
- 6 - Положительные электроды
- 7 - Положительный контакт

Аккумуляторные батареи состоят из нескольких банок аккумуляторов, соединенных либо параллельно, либо последовательно. Последовательное соединение применяют в целях увеличения напряжения, а параллельное для увеличения силы тока. Каждый из отдельно взятого аккумулятора в АКБ состоит из двух электродов и электролита, помещенных в корпус из специального материала. Электрод с отрицательным зарядом - анод, с положительным зарядом - катод. Анод содержит восстановитель, катод - окислитель. Внутри корпуса аккумулятора стоит разделительная пластина, которая не позволяет электродам замыкаться. Электролит - водный раствор, в который погружены оба электрода. При разрядке аккумулятора восстановитель анода начинает окисляться и выделяются электроны. Электроны затем попадают в электролит и оттуда движутся к катоду, при этом создавая разрядный ток. Попадая в катод электроны восстанавливают его окислитель. Простыми словами можно описать процесс так: электроны идут от отрицательного электрода к положительному и создают разрядный ток.

3.1.3 Инверторы и контроллеры и их виды

Инвертор-устройство для преобразования постоянного тока в переменный с изменением напряжения. Обычно это генератор периодического напряжения, близкий к синусоиде или имеющий форму дискретного сигнала.

Сетевые инверторы

Сетевой инвертор преобразует постоянный ток от солнечных батарей в переменную, используемую в повседневной жизни. Для работы сетевого инвертора необходимо подключение к внешней сети, синхронизированной по частоте. Без централизованной сети сетевой инвертор не будет работать.

Сетевой инвертор используется только в альтернативных энергосистемах для подключения питания к бытовой сети и не используется в качестве единственного источника энергии в резервной или независимой системе электроснабжения.

Преимущества и недостатки контроллеров заряда указаны в таблице 1.

Таблица 1 -Преимущества и недостатки контроллеров зарядки

Регулирование	Достоинства	Недостатки
Последовательное все контроллеры	1) Можно использовать различные источники 2) Меньший нагрев при регулировании 3) Отключение источника при полном заряде	1) Потери в последовательных ключах 2) Большие скачки тока при регулировании приводят к высоким электромагнитным помехам
Шунтовое	1) Низкий уровень электромагнитных помех 2) Низкое падение напряжения в ключах 3) Малые потери мощности СБ за счет прямого соединения СБ с А	1) Большой нагрев во время регулирования 2) Можно использовать только с СБ
МРРТ	1) Разное напряжение на входе и выходе контроллера 2) Возможно подключение различных источников на вход 3) Гальваническая развязка входа и выхода 4) Большая выработка энергии за счет работы в ТММ модуля	1) Потери на преобразования 2) Более сложная технология 3) Более высокая цена

Аккумуляторные инверторы

Как правило, аккумуляторные инверторы имеют встроенное зарядное устройство и банк для зарядки аккумуляторов от централизованной сети. Для работы с альтернативными источниками энергии (солнечные батареи, ветрогенераторы, гидротурбины) аккумуляторные инверторы, как правило, требуют зарядного устройства, обеспечивающего заряд аккумулятора, использующего внешний контроллер-инвертор энергии.

Контроллер заряда предназначен для преобразования энергии солнечных панелей в зарядный ток аккумуляторной батареи в солнечной электростанции. От качества и типа выбранного контроллера заряда зависит эффективность работы солнечных батарей и солнечной электростанции в целом.

Через контроллер изменяются электрическое сопротивление в цепи управления, схемы подключения электрических цепей и схемы возбуждения электродвигателей. Управление контроллером обычно осуществляется вручную или автономно;

Контроллер заряда используется в автономных фотоэлектрических системах для правильной зарядки аккумуляторов, для защиты от перезарядки (когда батарея заряжается, а солнечная панель производит избыточное электричество).

Контроллеры заряда отличаются по

- 1) алгоритму заряда на последней стадии заряда при достижении напряжения заряженного аккумулятора,
- 2) по способам регулирования тока (шунтовые и последовательные),
- 3) по возможности слежения за точкой максимальной мощности (СТММ) солнечного модуля.

3.1.4 Система слежения за Солнцем

Система слежения солнца-это комплекс устройств и механизмов, обеспечивающих точное расположение приемных поверхностей фотоэлектрических устройств относительно Солнца за счет движения солнечного света по небу и тем самым увеличения солнечной радиации, падающей на приемные поверхности.

Максимальная отдача солнечной батареи возможна только когда свет падает на панель перпендикулярно ее плоскости. Такая система хоть и усложняет монтаж солнечных батарей, но позволяет взять от них по максимуму.

Часто простейшие системы слежения могут поворачивать панель только по одной оси. Такие устройства имеют в своем составе пару фотодатчиков и пару компараторов, которые управляют одним электродвигателем, включенным в диагональ простейшего Н-моста. Такие устройства конечно тоже повышают эффективность работы солнечных панелей, но делают это не совсем эффективно, так как работают только в пределах одной оси. Устройство

слежения следует за солнцем с рассвета до последних лучей заката и автоматически возобновляет свою работу на следующее утро.

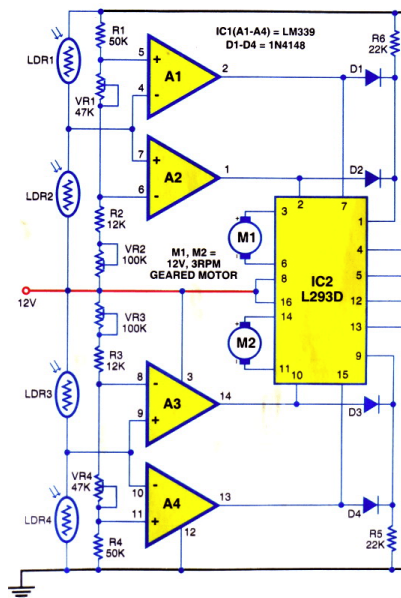


Рисунок 12– Система слежения за Солнцем

3.1.5 Монтаж и эксплуатация солнечных электростанций

Наземный монтаж СЭС с технической точки зрения – наименее сложный вариант, хотя размеры достигают сотен квадратных метров, а мощность солнечной батареи – сотен киловатт. Для установки потребуется:

Чтобы произвести расчет солнечных батарей воспользуемся следующей формулой:

$$E[\text{кВт} \cdot \text{ч}] = \frac{I \left[\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right] \times K_0 \times V_{\text{модуля}}[\text{кВт}] \times K_{\text{пот}}}{U_{\text{испыт}} \left[\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right]};$$

где I — интенсивность солнечного излучения, попадающее на поверхность Земли в горизонтальной плоскости. Значение можно выбрать, воспользовавшись картой интенсивности солнечной радиации за год.

K_0 — поправочный коэффициент пересчета суммарного потока солнечной энергии с горизонтальной плоскости на наклонную поверхность солнечных батарей.

$V_{\text{модуля}}$ — номинальная мощность солнечной батареи или цепи солнечных модулей. Указывается в паспортных данных, кВт;

$K_{\text{пот}}$ — коэффициент, учитывающий потери солнечной батареи при преобразовании и передаче электроэнергии;

$U_{\text{испыт}}$ — интенсивность солнечной радиации, при которой фотоэлектрические панели тестируются, то есть 1000 Вт/м².

Общие потери энергии при преобразовании солнечного излучения в фотоэлектрической системе включают в себя:

- потери в проводах – 1%
- потери в инверторе – 3–5%
- потери связанные с ростом температуры фотоэлементов — 2–5%
- потери в процессе работы солнечной батареи в период низкого уровня солнечного излучения — 1–3%
- потери связанные с затенением и загрязнением солнечных батарей – 1-3% (в случае неоптимального ориентирования эти потери могут быть значительно выше)
- потери шунтирующих диодов – 0,5%

При оптимальной компоновке оборудования эффективность солнечной системы в 90% считается очень хорошей. На практике возможны случаи, когда общие потери могут достигать значения 20–30% из-за плохого качества оборудования или неправильного подбора компонентов системы и других факторов.

Пример расчёта производительности солнечных батарей

Для примера произведем расчет солнечной фотоэлектрической станции со следующими параметрами:

- общая номинальная мощность солнечных батарей – 10 кВт;
- регион – Алматы;
- угол ската кровли 45° и отклонение от южного направления 25°;
- общие потери принимаем равные 10%;
- поправочный коэффициент для пересчета в регионе Алматы суммарного потока солнечной энергии будет равен 1,10.

Подставив значение, получаем:

$$E[\text{кВт} \cdot \text{ч}] = \frac{1000 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right] \times 1,1 \times 10[\text{кВт}] \times 0,9}{1 \left[\frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \right]} = 9900 \left[\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{год}} \right]$$

Этот расчет солнечных панелей позволяет нам приблизительно оценить среднее количество энергии, которое фотоэлектрическая станция будет производить в течение года.

3.2 Ветроэнергетика

Энергию ветра причисляют к возобновляемому виду энергии, так как она является следствием активности Солнца 2020 год стал эффективнейшим годом в истории для всемирной ветроэнергетики, когда было установлено 93 гигаватт новых мощностей, что на 53 % больше, в сравнении с аналогичным периодом предшествующего года. В 2014 году 85 стран мира применяли ветроэнергетику на коммерческой основе. По итогам 2015 года в ветроэнергетике трудоустроено

больше 1 000 000 человек во всем мире (в частности 500 000 в Китае и 138 000 в Германии).

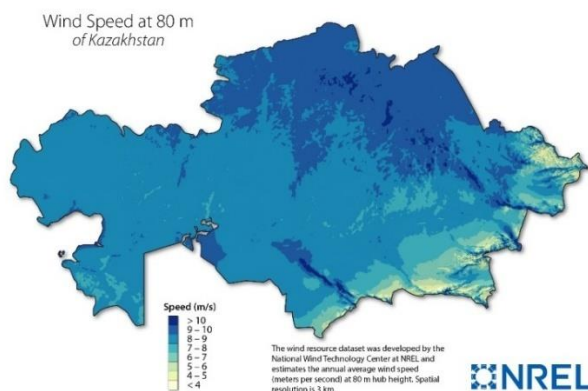


Рисунок 13 - Ветровой потенциал Республики Казахстан

Что касается экологического нюанса ветровой энергетики, установка ветряной электростанции мощностью 500 мегаватт, способной ежегодно вырабатывать 1,5 миллиона мегаватт энергии в час, предотвратит выбросы 1,5 миллиона тонн парникового эффекта газов, 12 тысяч тонн оксида серы, 7,8 тысячи тонн азота, 12,6 тысяч тонн золы и 420 тысяч тонн других отходов (Правительство Казахстана, 2006). Вдобавок в 2014 году руководство Казахстана ратифицировало тарифы на электроэнергию, вырабатываемую возобновляемыми источниками энергии, определив ставку в 22,68 казахстанских тенге (тенге) за 1 кВт*ч электрической энергии вырабатываемой ветряными электростанциями (БРК, 2014).

В эксплуатации и строительстве находятся несколько ветровых электростанций. Первая ветряная электростанция (ВЭС) в Республики Казахстан, Кордайская ветровая электрическая станция, была введена в эксплуатацию в 2011 году в Жамбылской области с энергетической мощностью 1500 киловатт. Постройка новой ветряной электрической станции в Ерейментау, Акмолинская область, было начато в 2013 году и начало подавать электроэнергию к началу ЕХРО-2017. Произведенная электрическая энергия подается в государственную линию электропередачи по восьмикилометровой линии электропередачи. Впрочем, сумма энергии, производимой на станции, составляет меньше 1% от всеобщей необходимости государства в электрической энергии.

3.2.1 Устройство ВЭУ

Единственное значительное условие для ВЭУ — большой среднегодовой уровень ветрового потока. Мощность современных ветрогенераторов достигает 8 мегаватт. Значение мощности ветрогенератора зависит от мощности

воздушного потока (N), характеризуемой скоростью ветра и ометаемой площадью. $N = \rho \cdot S \cdot V^3 / 2$, где: V — скорость ветра, ρ — плотность воздуха, S — ометаемая площадь. Имеются систематизации ветрогенераторов по численности лопастей, по производственным материалам, из которых они выполнены, по оси вращения и по шагу винта.

Устройство ветрогенератора складывается из последующих деталей:

- 1) Силовой шкаф и цепи управления;
- 2) Поворотный механизм;
- 3) Электрический генератор;
- 4) Средство слежения за направлением и скоростью ветра (анемометр);
- 5) Тормозная система;
- 6) Лопасти (как правило, три, ибо роторы с двумя лопастями подвергаются огромным перегрузкам в момент, когда пара лопастей вертикальна, а больше трёх лопастей создают добавочное противодействие воздуха);
- 7) Конструкция изменения угла атаки лопасти;
- 8) Система пожаротушения;
- 9) Телекоммуникационная система для передачи информации о службе ветрогенератора;
- 10) Система молниезащиты;
- 11) Привод питча;

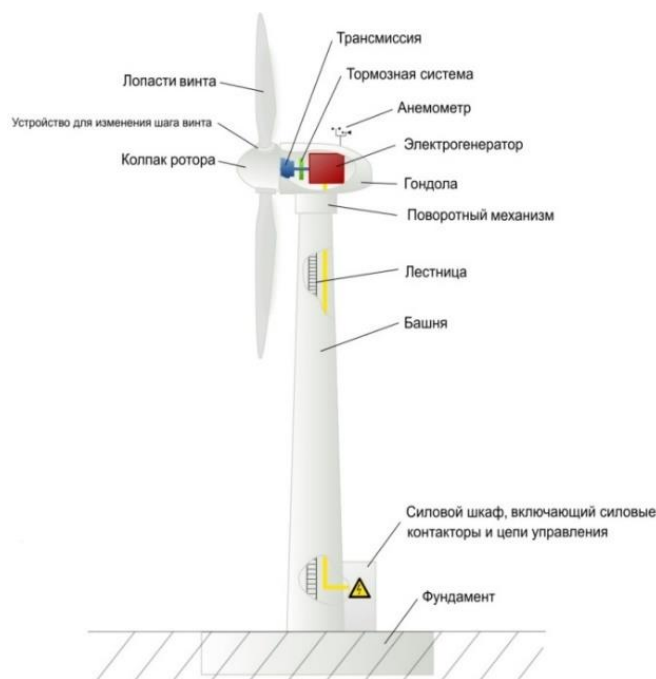


Рисунок 14 - Схема расположения компонентов для ВЭУ

Для работы на единую энергетическую линию нужны ветроэнергетические агрегаты внушительной мощности, порядком в несколько мегаватт. Для поддержания уровня жизни в мелких городах и в отдельных хозяйствах необходимо строить системы небольших энергоустановок. Как

следует из эксперимента вышеупомянутых государств известно, что суточная надобность семьи в деревне и селах составляет по 2 кВт*час, состоятельного фермерского хозяйства – по 10 кВт, небольшой деревушки (до 30-40 семей) – 50 кВт*час. небольшая ветроэнергетика представляется малотребовательной к территории. Местные ветроустановки могут являться применимы абсолютно везде, где среднегодовая скорость ветра не меньше 4–5 м/с, а для тихоходных многолопастных ветроэнергетических конструкций – не менее 3 м/с.

3.2.2 Генераторы и виды ВЭС

Генератор – основной субъект электрооборудования автономной энергоустановки. Помимо непосредственного назначения генератор должен исполнять обусловленные функции по стабилизации и регулированию параметров, которые отвечают за свойство производимой электрической энергии.

Для использования на ветроэнергетических установках вероятны следующие виды генераторов:

- 1) асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором;
- 2) синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением;
- 3) асинхронизированный синхронный генератор;
- 4) асинхронные генераторы с фазным ротором;
- 5) синхронные генераторы (СГ) с магнитоэлектрическим возбуждением, т. е. с возбуждением от постоянных магнитов.
- 6) особые СГ: индукторные СГ, генераторы с когтеобразным ротором и некоторые другие.

На выборку генератора ВЭУ проявляют воздействие три основных фактора:

1) Выходящая мощность (кВт), обуславливается исключительно мощностью преобразователя (инвертора) и не зависит от скорости ветра, ёмкости аккумуляторов. Еще её именуют «пиковой нагрузкой». Данный параметр описывает большое число электроприборов, какие могут быть разом подсоединены к системе электроснабжения. нельзя разом потреблять более электроэнергии, нежели позволяет мощность инвертора. Для увеличения выходной мощности вероятно синхронное присоединение многих инверторов.

2) Время постоянной службы при отсутствии ветра либо при слабом ветре обуславливается ёмкостью АБ и зависит от мощности и длительности потребления. Если использование электроэнергии случается редко, однако в больших количествах, то нужно выбрать АБ с внушительной ёмкостью.

3) Скорость заряда АБ обусловлено мощностью самого генератора. вдобавок данный коэффициент зависит от скорости ветра, возвышенности мачты, рельефа местности. Чем мощнее генератор, тем быстрее будут заряжаться АБ, а это значит, что быстрее будет расходоваться энергия из батарей.

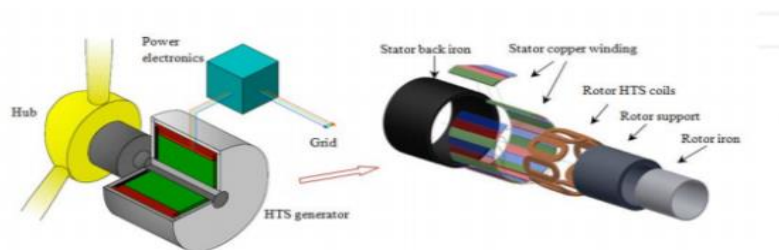


Рисунок 15 - Конструкция синхронного генератора

Для выработки электроэнергии нормально, применяются синхронные машины, энергетические системы современных ветровых конструкций применяют индуктивные машины. Эти асинхронные генераторы делятся на два типа: индуктивные генераторы с фиксированной скоростью с короткозамкнутым ротором (иногда именуют короткозамкнутые асинхронные генераторы) и двойные индуктивные генераторы с навитым ротором. В принципе, индуктивные машины просты, надежны, недороги и неплохо развиты. Они имеют высокую степень демпфирования и готовы вбирать колебания скорости вращения ротора. Для фиксированной скорости вращения асинхронных генераторов, статор объединен с сеткой посредством трансформатора, а ротор объединен с ветротурбиной посредством редуктора. Скорость ротора считается фиксированной (на самом деле, варьируя около неширокого диапазона). Эти генераторы нормально функционируют со скоростью 1500 витков в минуту для электрической сети 50 Гц, с трехступенчатой коробкой передач.

Асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором могут быть использованы в переменной скорости ветровых турбин, как и в управлении синхронных машин. Тем не менее, выходное напряжение не может контролироваться и реактивной мощности нужно наружное питание. Очевидно, что асинхронные генераторы с фиксированной скоростью ограничены, дабы действовать исключительно в сильно нешироком спектре дискретных скоростей.

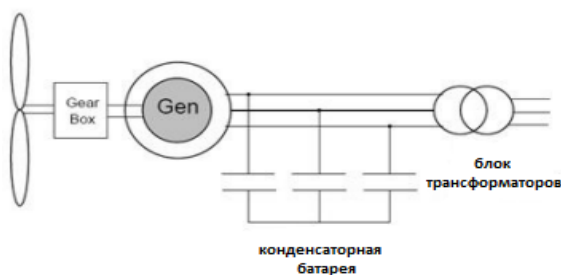


Рисунок 16 - Схема асинхронного генератора с зафиксированной скоростью

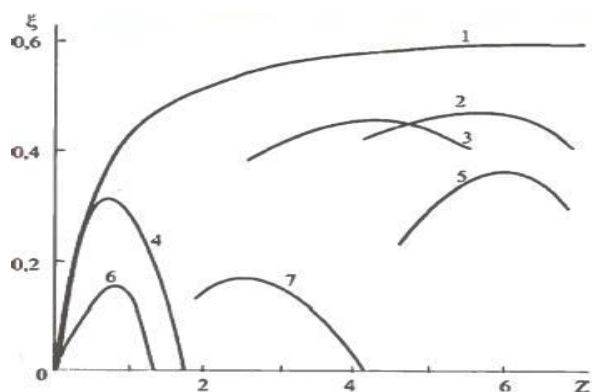
Главным преимуществом ветроустановок Дарье является то, что они не нуждаются в механизме ориентации на ветер. У них генератор и другие механизмы размещаются на незначительной высоте возле основания. Все это существенно упрощает конструкцию. Однако серьезным органическим недостатком этих ветродвигателей является значительное изменение условий обтекания крыла потоком за один оборот ротора, циклично повторяющееся при работе. Кроме того, для начала работы их требуется раскрутить. В то же время, в отличие от горизонтальных, могут работать при любом направлении ветра, не изменяя своего положения. В то же время тихоходность ограничивает применение вертикальных ВЭС, так как вынуждает применять повышающие редукторы - мультипликаторы, имеющие очень низкий КПД.



Рисунок 17 - Вертикальный ветрогенератор (ротор Дарье)

Горизонтальные (крыльчатые; ВЭС - лопастные механизмы с горизонтальной осью вращения (Рисунок 17). Скорость вращения и простота изготовления обусловили широкое применение крыльчатых ветрогенераторов в промышленности. У крыльчатых ветрогенераторов намного выше коэффициент использования энергии ветра. В то же время скорость вращения у них обратно пропорциональна количеству крыльев. Другими словами, чем меньше лопастей - тем выше скорость вращения. Поэтому установки с количеством лопастей больше трех практически не используются.

Мощность, развиваемая на оси ветроколеса, пропорциональна квадрату его диаметра и кубу скорости ветра. Важной характеристикой ветроколеса является его быстроходность, представляющая собой отношение скорости движения конца лопасти к скорости ветрового потока. Конец лопасти обычно движется в плоскости ветроколеса со скоростью, которая в несколько раз выше скорости ветра. Оптимальные значения быстроходности двухлопастного колеса - 5–7, трехлопастного - 4-5, шести лопастного - 2,5-3,5.



ξ , от быстроходности ветроколеса Z : 1 - идеальное крыльчатое ветроколесо; 2, 3 и 4 - двух-, трех- и многолопастные крыльчатые ветроколеса; 5 - ротор Дарье; 6 - ротор Савониуса; 7 - четырехлопастное ветроколесо датской мельницы.

Рисунок 18 - Типовые зависимости коэффициента использования энергии ветра

Основными преимуществами ветроустановок с горизонтальной осью вращения ветроколеса является то, что условия обтекания лопастей воздушным потоком постоянны, не изменяются при повороте ветроколеса, а определяются только скоростью ветра. Благодаря этому, а также достаточно высокому значению коэффициента использования энергии ветра (Рисунок 19). ВЭУ крыльчатого типа в настоящее время получили наибольшее распространение.



Рисунок 19 - Горизонтальные ветрогенераторы

Упомянутые выше аккумуляторные батареи, инверторы и контроллеры также применяются для ветровых электростанций.

3.4 Гибридная ветро-солнечная электростанция

Часто ветрогенератор расширяют солнечными панелями и получают смешанную ветро-солнечную систему. Это делается для снижения зависимости от одного источника энергии и атмосферных условий, т.к. случаются периоды безветрия при ясном безоблачном свете и, наоборот, в облачную погоду бьет мощный ветер.

На начальном рубеже в план грядущей ветро-солнечной конструкции закладывается мощность, на 20–30% более объявленной заказчиком. Это позволяет «запасать» электроэнергию и во время потребления. емкость аккумуляторной батареи так же делается избыточной и рассчитывается, истекая из необходимого времени службы в периоды затишья и облачной погоды.

Комплектация гибридной электростанции:

- генератор (ветровая турбина);
- хвостовое оперение (для прецессионной ориентации по ветру);
- крыльчатка турбины генератора;
- крыльчатка турбины генератора;
- ветро-солнечный регулятор / инвертор;
- МРРТ солнечные контроллеры;
- комплекс кабеля для монтажа фотоэлектрических модулей;
- сборная система;
- мачта возвышенностью 8 либо 12 метров, или специально сделанная по необходимости;
- комплекс для фундамента мачты;
- фотоэлектрические модули;
- гелевые батареи;
- конструктивные специфики смешанных станций;
- гибридная электрическая станция складывается из нескольких блоков;
- модули, которые отвечают за выработку электрической энергии с ветра;
- модули солнечных электростанций либо термических коллекторов;
- генераторы на биологическом горючем (опционально);
- аккумуляторные батареи для накопления энергии;
- дизельные либо газовые генераторы, которые проявляют значимость дополнительного питания;
- инвертора — в зависимости от ваших потребностей, инвертор может быть как с синусоидальной конфигурацией напряжения на выходе, так и исинусоидальной;
- специфических гелевых или AGM аккумуляторных батарей, отлично переносящих режимы полного циклирования напряжением 12 В или 2В;

- монтажных кабелей, прочего электромонтажного оборудования.

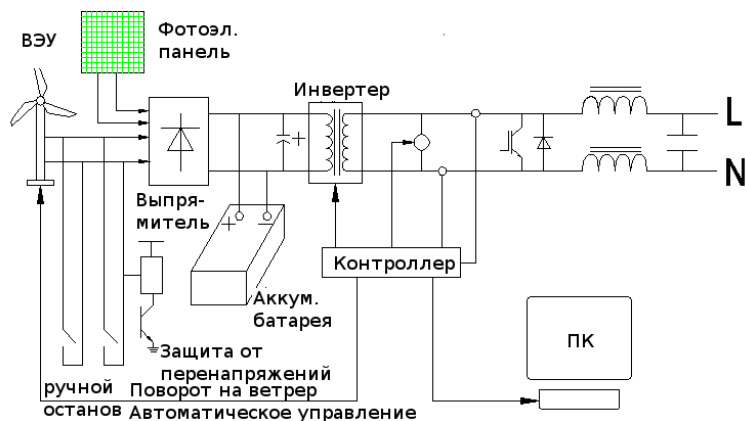


Рисунок 19 - Принципиальная схема гибридной электростанции.

Предоставленная гибридная станция способна работать как самостоятельно – без электрической сети, так и с применением генераторной или муниципальной сети. В случае недоступности солнца и ветра конструкция будет снабжать энергией от аккумуляторов, а когда исчерпается их заряд, будет действовать за счет генератора или городской сети, которые сумеют гарантировать электрической энергией потребителей, и зарядят аккумуляторы. У системы должны быть порядочно управляющих контроллеров – для ФЭ модулей, и для ветрогенератора – электроустройства для осуществления контроля и управления зарядом батарей, и инверторы – для обеспечения переменным током 220 Вольт для потребителей электрической энергии из постоянного тока аккумуляторов. МРРТ контроллер заряда для модулей ФЭ более чем на 30% повышает энергетический поток от ФЭ модулей к аккумулятору, и выполняет вопросы 2-х приборов: регулирование зарядом батареи и усилитель значения силы ФЭ модулей.

На основании приобретенных инженерных соглашений и архитектурно-планировочной задачи выполняется разработка проекта, которая содержит в себе конструирование всех главных разделов постройки ветроэнергетической установки:

- общая пояснительная записка;
- записка по окружающей среде;
- охрана окружающей сферы от загрязнений;
- природоохранный документ объекта;
- организация строительства;
- свидетельство объекта;
- общеплощадочные работы;
- план и транспорт;
- организация путевого движения;
- внешние сети электроснабжения;
- ветроэнергетическая установка;

- конструкции железобетонные;
- силовое электрооборудование;
- молниезащита и заземление;
- комплектная трансформаторная подстанция;
- конструкции железобетонные;
- релейные защиты;
- сметная документация.

При разработке проектно-сметной документации все разделы проходят координирование с государственными органами управления: охрана окружающей среды – Министерство экологии РК; генплан – архитектор области; организация дорожного движения – КазАвтоЖол; комплектная трансформаторная электроподстанция – местные электрические сети, которые выдают технические условия на присоединение к электросетям.

При завершении проектирования весь план изучает государственная экспертиза. При проектировании основное внимание надлежит направить на наличие абсолютной информации по комплекту поставки оснащения от производителя (электрические схемы, условия к фундаменту, перегрузки на ветроустановку).

Постройка ВЭУ - конечный этап. При строительстве ветроэнергетической конструкции нужно заключать договор с двумя организациями. Строительной фирмой и компанией занимающейся монтажом ветроустановки. В перечень занятия строительной компании входят постройка площадки и вспомогательного оборудования. Вторая же фирма устанавливает и проводит пусконаладочные произведения самой ветроустановки.

В состав строительных работ входят:

- доставка отделов и агрегатов вэу
- организация фундамента;
- постройка лэп и тп;
- доставка особой монтажной техники;
- монтаж вэу и подключение к сети;
- пусконаладочные работы;
- сдача объекта в промышленную эксплуатацию;
- рекультивация земель, благоустройство

Выгоды от постройки смешанных электростанций максимальны при электрификации удаленных объектов. Для прокладки всеобщей энергетической сети к ним нужно учитывать:

- 1) Расходы на конструкцию линий электропередач высочайшего напряжения;
- 2) Конструкцию подстанций и трансформаторов;
- 3) Монтаж и включение в эксплуатацию распределительных устройств.

4 Разработка методики виртуальной лаборатории и порядок выполнения

4.1 Виртуальная работа по солнечной энергетике

4.1.1 Установка и диагностика фотоэлектрических модулей

В данной таблице мы разработали методику установки и диагностики фотоэлектрических модулей, поэтапно указав требования для успешной сборки солнечных панелей, применяя специализированное оборудование для монтажа и дальнейшей эксплуатации.

Таблица 2 - Установка и диагностика фотоэлектрических модулей

Название	Описание	
Описание	Установка и диагностика фотоэлектрических модулей (солнечных панелей) для солнечной электростанции (СЭС) мощностью 1 кВт. Объект находится вблизи города Д.Кунаева (бывший Капчагай)	
Задача	Выбрать тип, мощность и количество фотоэлектрических модулей (ФЭМ), проверить энергетические характеристики ФЭМ и установить их в каркасной конструкции	
Оборудование	Мультиметр, тепловизор, монтажные ключи, провода, коннекторы для соединения солнечных панелей	
	Монокристаллические солнечные панели мощностью 250 Вт	Поликристаллические солнечные панели мощностью 300 Вт
	Модель: SM 250-24M Напряжение разомкнутой цепи $V_{OC}=37,3$ В Ток короткого замыкания $I_{SC}=8,74$ А Максимальная мощность при стандартных условиях (STC), $P=250$ Вт Эффективность элементов (КПД): 17.65% Напряжение в точке	Модель: CHN300-72P Напряжение разомкнутой цепи $V_{OC}=43,6$ В Ток короткого замыкания $I_{SC}=8,71$ А Максимальная мощность при стандартных условиях (STC), $P=300$ Вт Эффективность элементов (КПД): 17.15% Напряжение в точке

Продолжение таблицы 2

Название	Описание	
	максимальной мощности $U_{mp}=30,5V$ Ток в точке максимальной мощности $I_{mp}=8,21A$ 	максимальной мощности $U_{mp}=36,7 V$ Ток в точке максимальной мощности $I_{mp}=8,17 A$ 
Действия	1) Убедитесь, что инструменты для установки и тестирования ФЭМ готовы; 2) Выберите тип, количество и мощность ФЭМ, чтобы установленная мощность СЭС соответствовал для покрытия нагрузки 1 кВт; 3) Возьмите мультиметр в руки; 4) Протестировать исходные параметры каждого ФЭМ с помощью мультиметра в условиях по месту размещения; 5) Протестировать исправность электрического соединения ячеек всех ФЭМ с помощью тепловизора; 6) Выбрать территорию (защита от затенения) и расположение конструкции в южном направлении на которой будет установлена ФЭМ; 7) Установите солнечные панели на каркасах, расположенных при 40-45 градусах; 8) Соедините выбранные солнечные панели между собой проводами через коннектор; 9) Установите крепления для солнечных панелей; 10) Проверьте мультиметром напряжение на выходе и убедитесь, что, соединение осуществилось корректно.	
Результат	Если фотоэлектрические модули выбраны правильно и соединены корректно, то обучающийся получит навыки монтажа солнечных панелей для СЭС и обретет знания по современным типам ФЭМ.	

4.1.2 Обслуживание и диагностика аккумуляторных батарей

В данной таблице нами были указаны методические указания по обслуживанию и диагностике аккумуляторных батарей, так же был представлен выбор различных АКБ с их техническими характеристиками для того, чтобы студент мог верно выбрать необходимый аккумулятор, который будет подходить ему по техническим требованиям.

Таблица-3- Обслуживание и диагностика аккумуляторных батарей

Название	Описание
Описание	Обслуживание и диагностика аккумуляторных батарей
Задача	В данном задании необходимо выбрать аккумуляторную батарею на фотоэлектрическую панель мощностью 1 кВт, проверить и диагностировать ее техническое обслуживание
Оборудование	Аккумуляторная батарея, нагрузочная вилка, мультиметр, ареометр  AGM аккумулятор Свинцово-кислотный аккумулятор выполнен в герметическом корпусе и произведен по технологии AGM (Absorbent Glass Mat). Данная технология подразумевает использование не жидкого, а абсорбированного электролита. Безопасен для использования в жилых помещениях, так как AGM аккумулятор практически не выделяет вредных или опасных газов и не требует обслуживания в течение всего срока службы. Техническиехарактеристики аккумулятора FER-121 емкость - 1.2 Ач

Продолжение таблицы 3

Название	Описание
	напряжение - 12 В габаритные размеры – 95x51x42мм вес – 0.59 кг  Номинальное напряжение - 12В Номинальная емкость -12 Ач (C20 до 1,75 В/эл) Тип вывода - Т1 (опционально Т2) Внутреннее сопротивление - $\leq 25\text{м}\Omega$(полностью заряженного аккумулятора) Макс. ток разряда - 180 А до 5 сек Макс. ток заряда - 3.6 А Диапазон рабочих температур - Заряд: 0°C~40°C Разряд: -20°C~-50°C Хранение: -20°C~40°C Материал корпуса - ABS (согласно UL94-НВ) Габариты - Длина 151мм+/-1,5 Ширина 98мм+/-1,5 Высота корпуса 94мм+/-1,5 Высота с контактами 98мм+/-2,0 Вес - 3940 г
Действия	1) Выберите аккумуляторную батарею в соответствии с мощностью 1 кВт 2) Сравните характеристики выбранной аккумуляторной батареи 3) Возьмите мультиметр в руки 4) Проверьте исходное состояние аккумуляторной батареи с помощью мультиметра  5) Выберите аккумуляторную батарею в соответствии 6) Проверяем аккумуляторную батарею вилкой нагрузки.

Продолжение таблицы 3

Название	Описание
	 7) Проверьте аккумуляторную батарею, включив нагрузку
Результат	В конце задания студент должен получить аккумуляторную батарею, подходящую для 1-кВтной фотоэлектрической панели

4.1.3 Обслуживание и настройка солнечного контроллера и инвертора

В данной таблице мы разработали методику обслуживания и настройки солнечного контроллера и инвертора, приведя примеры различных устройств на выбор для определенных технических требований, применяя специализированное оборудование для монтажа и дальнейшей эксплуатации.

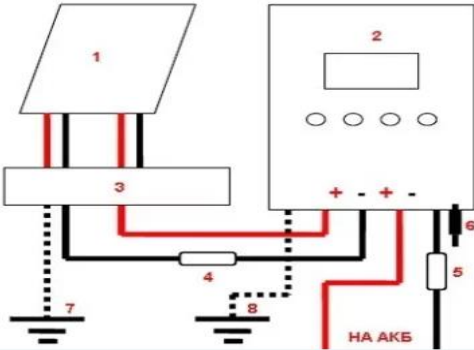
Таблица 4 - Обслуживание и настройка солнечного контроллера и инвертора

Название	Описание
Описание	Обслуживание и настройка солнечного контроллера и инвертора
Задача	В этом задании студент должен обеспечить расположение и обслуживание солнечного контроллера и инвертора
Оборудование	Солнечный контроллер, инвертор Солнечный контроллер 12 В/24 В 30 А 20 А 10 А, солнечный регулятор, ШИМ-устройство для зарядки аккумуляторов, ЖК-дисплей, двойной USB 5 В выход  Алгоритм заряда: PWM (4 стадии) Максимальный ток <u>солнечных</u> батарей, А: 5 Максимальный ток нагрузки, А: 5 Выключатель нагрузки: есть (кнопка и таймер) Напряжение системы, В: 12 Собственное потребление, мА: 6 Напряжение отключения нагрузки, В: 11.1 Напряжение подключения нагрузки, В: 12.6 Максимальное сечение подключаемых проводов, мм² : 2.5

Продолжение таблицы 4

Название	Описание
	Рабочий температурный диапазон, °C: -35...+55 Влажность (без конденсата): Размеры, мм: 96 x 67 x 25 Вес, кг: 0.05  Максимальный ток <u>солнечных</u> батарей, А: 10 Максимальный ток нагрузки, А: 10 Выключатель нагрузки: есть таймер Напряжение системы, В: 12 Собственное потребление, мА: 8 Напряжение отключения нагрузки, В: 11.7 Напряжение подключения нагрузки, В: 12.8 Максимальное сечение подключаемых проводов, мм²: 6 Рабочий температурный диапазон, °C: -40..+60 Влажность (без конденсата): Размеры, мм: 168 x 55 x 34 Вес, кг: 0.05  Номинальная выходная мощность, Вт: 175 Максимальная выходная мощность (10 минут), Вт: 210 Пиковая выходная мощность, Вт: 400 Выходное напряжение переменного тока (50 Гц), В: 230 Номинальное входное напряжение, В: 12 Рабочий диапазон входных напряжений, В: 10.5-16 Максимальная эффективность: 90% Собственное потребление без нагрузки, Вт: 2.8 Потребление без нагрузки в режиме ожидания, Вт: 0.6 Порог включения из режима ожидания, Вт: 10 Тип входных контактов: кабели 4 мм² длиной 1,5 метра Тип выходных контактов: компьютерная розетка IEC320 Размеры, мм.: 154 x 98 x 130 Температура эксплуатации: от -20°C до +50°C

Продолжение таблицы 4

Название	Описание
Действия	 Структурная схема подключения мощного контроллера МРРТ: 1 – солнечная панель; 2 – контроллер МРРТ; 3 – клеммник; 4,5 – предохранители плавкие; 6 – выключатель питания контроллера; 7,8 – земляная шина Подключение периферии к аппарату МТТР: - Выключатели панели и аккумулятора перевести в положение «отключено». - Извлечь защитные предохранители на панели и аккумуляторе. - Соединить кабелем клеммы аккумулятора с клеммами контроллера для АКБ. - Подключить кабелем выводы солнечной панели с клеммами контроллера, обозначенными соответствующим знаком. - Соединить кабелем клемму заземления с шиной «земли». - Установить температурный датчик на контроллере согласно инструкции.
Результат	В конце задания обучающийся должен убедиться, что солнечный контроллер и инвертор готовы к работе

4.1.4 Установка и настройка системы слежения за Солнцем

В данной таблице нами были указаны методические указания по установке и настройке системы слежения за Солнцем, были описаны действия, с помощью которых студент сможет собрать и применять систему слежения за Солнцем при необходимости.

Таблица 5 - Установка и настройка системы слежения за Солнцем

Название	Описание
Описание	Система слежения за Солнцем
Задача	В этом задании студенту необходимо отслеживать и контролировать систему слежения за солнцем. При слежении за солнцем есть следующие главные задачи: 1) Создание крепкой платформы, способной выдержать и вес самих панелей, и порывы ветра. 2) Создание механики поворота тяжелой платформы с высокой парусностью. 3) Разработка логики управления механикой для слежения за солнцем.
Оборудование	Солнечная батарея , многофункциональный тестер, компактный контроллер, аккумулятор, инвертор, коннектор, кабель, автомат, фоторезистор, транзистор
Действия	1) Проверьте напряжение источника питания схем. 2) Подключите двигатель пост. Тока 3) Установите фоторезисторы рядом, чтобы на них попадало одинаковое количество света 4) Полностью выкрутите оба подстроечный резистора против часовой стрелки 5) Подайте питание на схему. Моторчик закрутиться 6) Вращайте подстроечник 100К по часовой стрелке до тех пор, пока он не остановится. Отметьте эту позицию. 7) Продолжайте вращать подстроечник 100К по часовой стрелке до тех пор, пока мотор не начнет вращаться в другую сторону. Отметьте эту позицию. 8) Разделите угол между двумя позициями пополам и установите там подстроечник (это будет точка

Продолжение таблицы 5

Название	Описание
	баланса). 9) Теперь, вращайте подстроечник 20К по часовой стрелке до тех пор, пока мотор не начнет дергаться. Немного верните положение подстроечника назад (против часовой стрелки), чтобы мотор остановился (данный подстроечник отвечает за чувствительность). 11) Проверьте корректность работы схемы, поочередно заслоняя от света один и второй фоторезисторы.
Результат	В конце этого задания ученик научится наблюдать за Солнечной системой.

4.1.5 Монтаж и обслуживание солнечной электростанции

В данной таблице мы разработали методику обслуживания и настройки солнечной электростанции, используя вышеописанные устройства и иное техническое оснащение, для закрепления материала и итоговой сборки солнечной электростанции.

Таблица 6 - Монтаж и обслуживание солнечной электростанции

Название	Описание
Описание	Монтаж и обслуживание солнечной электростанции
Задача	Обучающийся должен научиться монтировать и обслуживать солнечную электростанцию
Оборудование	Фотоэлектрическая панель, многофункциональный тестер, контроллер заряда, аккумулятор, инвертор, коннектор, кабель, автомат
Действия	1) Фотоэлементы, их количество и площадь зависит от проектной мощности данной системы и солнечной активности для данного географического района. Такой фотомодуль можно собрать самостоятельно из кремниевых фотоячеек. 2) Набор аккумуляторов необходим для обеспечения гарантированного электроснабжения при перебоях, авариях или выходе параметров электросети за пределы, необходимые для надежной эксплуатации электрооборудования и электроприборов дома. К тому же данные батареи будут поддерживать электроснабжение дома в пасмурную погоду. 3) Инвертор, который преобразует постоянное напряжение от солнечного коллектора в переменное напряжение для бытовой электросети. 4) Контроллер заряда аккумуляторных батарей.
Результат	В конце задания обучающийся должен усвоить полную информацию о солнечной электростанции. Также необходимо научиться монтажу и обслуживанию солнечной электростанции.

4.2 Виртуальная лаборатория по ветровой энергетике

В данной таблице мы разработали методику по ветроэнергетике, а именно по сборке ветроэнергетических установок, приведя примеры различных комплектующих с указанием ориентировочной местности и погодных условий, поэтапно указав требуемые действия по сборке.

Таблица 7 - Виртуальная лаборатория по ветровой энергетике

Название	Описание
Описание	Установить ветроэлектрическую станцию мощностью 3 кВт. Местность: Алматинская область, г. Д.Конаев (Капшагай), средняя скорость ветра в год - 8 м/с, средняя минимальная мощность для запуска ВЭУ составляет 2 м/с. Существует 2 основных вида ВЭУ: с вертикальной осью вращения и с горизонтальной осью вращения. Для оптимальной работы ВЭУ с максимальным КПД рекомендуется выбрать горизонтальную ВЭУ номинальной мощностью 3 кВт.
Задача	Выбрать местность, определить скорость ветра в регионе, выбрать тип ветроэлектрической установки (ВЭУ) и проверить энергетическую характеристику ВЭУ
Оборудование	1) Мультиметр 2) Набор инструментов 3) Опорная башня 4) Поворотный механизм 5) Гондола 6) Электрический генератор 7) Система слежения за направлением и скоростью ветра (анемометр) 8) Тормозная система 9) Трансмиссия 10) Лопасты (3 штуки) 11) Система изменения угла атаки лопастей 12) Обтекатели 13) Система пожаротушения 14) Система молниезащиты 15) Привод Питча 16) Силовой шкаф

Продолжение таблицы 7

Название	Описание
	17) Кран
Действия	1) Убедитесь, что инструменты и оборудования для установки ВЭУ готовы; 2) В заранее подготовленный ров со сваями заливаем бетонный раствор; 3) Устанавливаем опорную башню с помощью крана и закрепляем болтами основания; 4) Устанавливаем поворотный механизм в заранее подготовленное отверстие со сваями на пике опорной башни, закрепив все болты динамометрическим ключом; 5) Установите генератор, с комплектующим к нему анемометром, датчиком направления ветра и трансмиссией на специально отведенное отверстие на пике опорной башни, закрепив все болты динамометрическим ключом. 6) Соберите лопасти, установив их в общей оси, при этом закрепив. Соедините предварительно ось вращения генератора с осью лопастей; 7) На задней стороне генератора установите систему изменения угла атаки лопастей, предварительно закрепив все болты; Тормозная система устанавливается в зазоре между основанием лопастей и корпусом электрогенератора для остановки вращения лопастей в случае шторма
Результат	Руководствуясь вышеизложенными действиями обучающийся самостоятельно сможет понять устройство ВЭУ и провести детальную сборку комплектующего оборудования.

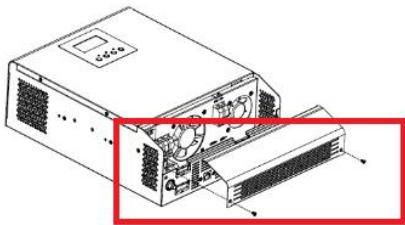
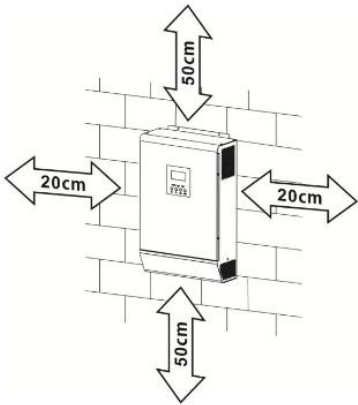
4.2.1 Обслуживание и настройка ветрового контроллера и инвертора

В данной таблице мы разработали методику обслуживания и настройки ветрового контроллера и инвертора, приведя примеры различных устройств на выбор для определенных технических требований, применяя специализированное оборудование для монтажа и дальнейшей эксплуатации.

Таблица 8 - Обслуживание и настройка ветрового контроллера и инвертора

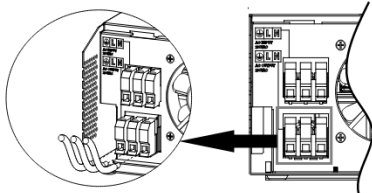
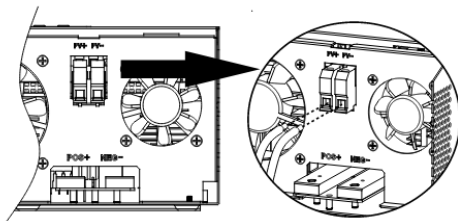
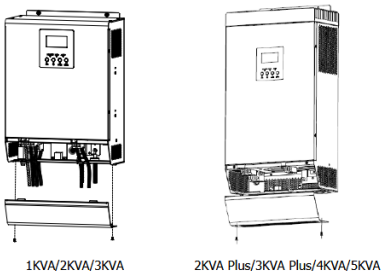
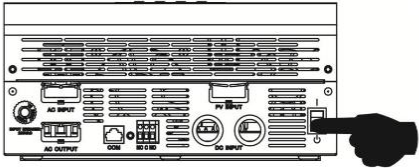
Название	Действия
Задача	1. Выбрать инвертор по расчетным параметрам. (P, U, f, I) из прикрепленного ниже списка. 1) Инвертор входным напряжением 24 В, выходным напряжением 220 В, промышленной частотой 50 Гц, выходной мощностью 1 кВт. 
	2) Инвертор входным напряжением 12 В, выходным напряжением 220 В, промышленной частотой 50 Гц, выходной мощностью 500 Вт. 
	3) Инвертор входным напряжением 24 В, выходным напряжением 220 В, промышленной частотой 50 Гц, выходной мощностью 3 кВт

Продолжение таблицы 8

Название	Описание
	 2. Перед установкой проверьте устройство. Убедитесь, что внутри упаковки ничего не повреждено.
Оборудования	Для правильной настройки инвертора вам необходимо: 1. Блок инвертора 2. Руководство пользователя 3. Кабель связи 4. Компакт-диск с программным обеспечением 5. Набор инструментов
Действие	1. Перед подключением всех проводов снимите нижнюю крышку, отвернув два винта, как показано ниже  2. Выберите место для установки инвертора, соблюдая все требования техники безопасности  3. Закрепите блок инвертора на ровной поверхности, используя для этого саморез и шуруповерт.

Продолжение таблицы 8

Название	Описание
	4. Подсоедините все аккумуляторные блоки в соответствии с требованиями инвертируемых устройств. Рекомендуется подключать аккумулятор емкостью не менее 100 А*ч для моделей 1-3 кВА и аккумулятор емкостью не менее 200 А*ч для моделей 4-5 кВА. 5. Вставьте кольцевую клемму кабеля батареи в разъем инвертора и затяните болты моментом 2-3 Н*м. Убедитесь, что полярность как на аккумуляторе, так и на инверторе правильно подключены, а кольцевые клеммы плотно прикручены к клеммам аккумулятора. 6. Перед подключением входа/выхода переменного тока обязательно сначала разомкните предохранитель постоянного тока или разъединитель. 7. Снимите изоляционную втулку размером 10 мм. для шести проводников и укоротите фазу L и нулевой провод N на 3 мм.  Ground (yellow-green) L→LINE (brown or black) N→Neutral (blue) 4. Вставьте провода переменного тока в соответствии с полярностью, указанной на колодке и затяните винты клемм. Обязательно сначала подключите защитный провод заземления РЕ. 8. Убедитесь, что все провода надежно закреплены. 9. Для подключения фотоэлектрических модулей снимите изоляционную втулку 10 мм для положительного и

Название	Описание
	отрицательного проводников.  10. Проверьте правильность полярности соединительного кабеля, затем подключите положительный полюс (+) соединительного кабеля к положительному полюсу (+) входного разъема фотоэлектрического модуля. То же самое сделайте с отрицательным полюсом, надежно закрепив их.  11. После подключения всех проводов установите нижнюю крышку на место, завинтив два винта  12. Используйте прилагаемый кабель связи для подключения к инвертору и ПК. Вставьте прилагаемый компакт-диск в компьютер и следуйте инструкциям на экране, чтобы установить программное обеспечение для мониторинга. 13. После правильной установки устройства и подключения батарей нажмите кнопку (ON/OFF) для включения аппарата.  14. После включения инвертора, на его передней панели появится панель управления и индикации. Она включает три индикатора, четыре функциональные клавиши и дисплей,

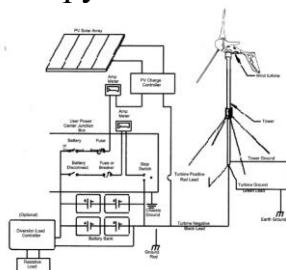
Продолжение таблицы 8

Название	Описание
	показывающий рабочее состояние и информацию о мощности. 15. После нажатия и удержания кнопки ENTER в течении 3 секунд устройство перейдет в режим настройки. Для выбора программ настройки следует нажимать на клавиши UP и DOWN. Затем нажмите кнопку ENTER, чтобы подтвердить выбор и кнопку ESC, чтобы выйти. 16. Настраиваем подключение следующим порядком: Входное напряжение, входная частота, напряжение преобразователя, зарядный ток MPPT, мощность заряда MPPT, напряжение батареи, выходное напряжение, выходная частота, процент нагрузки, нагрузка в ВА, нагрузка в ваттах и постоянный ток разрядки.
Результат	Руководствуясь вышеизложенными действиями обучающийся самостоятельно сможет правильно настроить инвертор и провести детальную сборку комплектующего оборудования для работы инвертора.

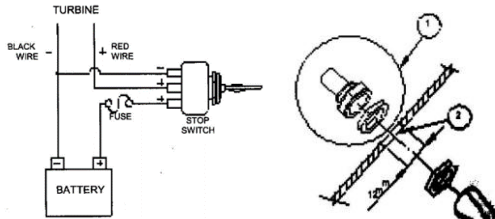
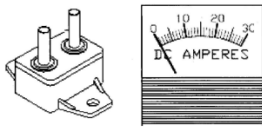
4.2.2 Монтаж и обслуживание гибридной (солнечно-ветряной) электростанции

В данной таблице мы разработали итоговую методику монтажа и обслуживания гибридной (ветро-солнечной электростанции), поставили задачи выполнение которых требуется для выполнения задания, установили требуемое оборудование для успешного монтажа и разработали методику действий, в итоге которой студент самостоятельно сможет сконструировать автономную гибридную электростанцию.

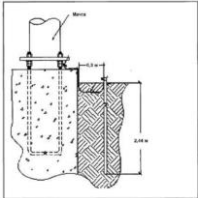
Таблица 9 - Монтаж и обслуживание гибридной (солнечно-ветряной) электростанции

Название	Действия
Задача	1) . Выберите наиболее подходящую схему соединения солнечной и ветряной системы в общую сеть для питания нагрузки.  2) Некоторые источники зарядки АКБ (солнечные панели, топливные генераторы, дополнительные ветрогенераторы и т. д.), подключенные к одной и той же системе, могут вызвать помехи электронным приборам (интерференцию). Интерференция не повредит генератор; она просто заставит его вращаться медленно или остановить генератор 3) В этом случае проверьте возможные помехи, отключив другие источники зарядки, чтобы определить возможную причину. Если возможно, подключите турбинные и PV-панели к разным наборам АКБ
Оборудования	Для правильного выполнения монтажных работ по обслуживанию гибридной электростанции вам необходимо: 1) Проводниковый элемент 2) Переключатель Stop-Switch 3) Амперметр

Продолжение таблицы 9

Название	Описание																																																																																																																								
	4) Заземление 5) Набор инструментов																																																																																																																								
Действие	2) Чтобы определить сечение провода, измерьте расстояние от АКБ до вашего ветрогенератора. Обязательно укажите высоту мачты. Обратитесь к соответствующей диаграмме для напряжения вашей системы и количества генераторов и выберите сечение провода. Система 12В: <table><tr><th>Number of Turbines</th><th>0-20 ft (0-6 m)</th><th>30-40 ft (9-12 m)</th><th>50-60 ft (15-18 m)</th><th>80-100 ft (24-30 m)</th><th>100-150 ft (30-45 m)</th><th>150-200 ft (45-60 m)</th><th>200-250 ft (60-75 m)</th><th>250-300 ft (75-90 m)</th><th>300-400 ft (90-120 m)</th></tr><tr><td>1</td><td>6/12 awg</td><td>6/18 awg</td><td>4/22 awg</td><td>2/26 awg</td><td>1/30 awg</td><td>1/30 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td></tr><tr><td>2</td><td>6/12 awg</td><td>4/22 awg</td><td>1/26 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td></tr><tr><td>3</td><td>4/22 awg</td><td>2/26 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td><td>1/27 awg</td></tr></table> Система 24 В: <table><tr><th>Number of Turbines</th><th>0-20 ft (0-6 m)</th><th>30-40 ft (9-12 m)</th><th>50-60 ft (15-18 m)</th><th>80-100 ft (24-30 m)</th><th>100-150 ft (30-45 m)</th><th>150-200 ft (45-60 m)</th><th>200-250 ft (60-75 m)</th><th>250-300 ft (75-90 m)</th><th>300-400 ft (90-120 m)</th></tr><tr><td>1</td><td>12/12 awg</td><td>10/18 awg</td><td>8/22 awg</td><td>6/26 awg</td><td>4/30 awg</td><td>4/30 awg</td><td>4/27 awg</td><td>4/27 awg</td><td>4/27 awg</td></tr><tr><td>2</td><td>12/12 awg</td><td>8/18 awg</td><td>6/22 awg</td><td>4/26 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td></tr><tr><td>3</td><td>10/18 awg</td><td>6/18 awg</td><td>4/22 awg</td><td>2/26 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td></tr></table> Система 48 В: <table><tr><th>Number of Turbines</th><th>0-20 ft (0-6 m)</th><th>30-40 ft (9-12 m)</th><th>50-60 ft (15-18 m)</th><th>80-100 ft (24-30 m)</th><th>100-150 ft (30-45 m)</th><th>150-200 ft (45-60 m)</th><th>200-250 ft (60-75 m)</th><th>250-300 ft (75-90 m)</th><th>300-400 ft (90-120 m)</th></tr><tr><td>1</td><td>12/12 awg</td><td>10/18 awg</td><td>8/22 awg</td><td>6/26 awg</td><td>4/30 awg</td><td>4/30 awg</td><td>4/27 awg</td><td>4/27 awg</td><td>4/27 awg</td></tr><tr><td>2</td><td>12/12 awg</td><td>8/18 awg</td><td>6/22 awg</td><td>4/26 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td></tr><tr><td>3</td><td>10/18 awg</td><td>6/18 awg</td><td>4/22 awg</td><td>2/26 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/30 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td><td>2/27 awg</td></tr></table> 2. Для более надежной работы системы рекомендуется использовать систему Stop-Switch.Генератор будет работать с переключателем в положении «вверх» и будет «выключен» в положении «вниз». Не оставляйте выключатель в «среднем» положении, это приведет к отключению. Используйте либо гайку с резиновой шайбой, либо контргайку, диаметр отверстия - 12 мм. Провода должны поддерживаться выключателем.  3. Амперметр является отличным дополнением к любой системе. Он позволяет вам контролировать выработку электрического тока генератором. Установите его между генератором и АКБ на положительном контакте. • 12-вольтовая модель: DC 40 ампер, номер детали 3-EL0T-1147-04 • 24-вольтовая модель: DC 20 ампер, номер детали 3-EL0T-1147-03 • 48-вольтовая модель: DC 10 ампер, номер детали 3-EL0T-1147-02  Рис.10 – автоматический выключательРис.11 - амперметр 4. Наиболее распространенным методом является медный стальной электрод(ы), заглубленный в почву и соединенный	Number of Turbines	0-20 ft (0-6 m)	30-40 ft (9-12 m)	50-60 ft (15-18 m)	80-100 ft (24-30 m)	100-150 ft (30-45 m)	150-200 ft (45-60 m)	200-250 ft (60-75 m)	250-300 ft (75-90 m)	300-400 ft (90-120 m)	1	6/12 awg	6/18 awg	4/22 awg	2/26 awg	1/30 awg	1/30 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	2	6/12 awg	4/22 awg	1/26 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	3	4/22 awg	2/26 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	Number of Turbines	0-20 ft (0-6 m)	30-40 ft (9-12 m)	50-60 ft (15-18 m)	80-100 ft (24-30 m)	100-150 ft (30-45 m)	150-200 ft (45-60 m)	200-250 ft (60-75 m)	250-300 ft (75-90 m)	300-400 ft (90-120 m)	1	12/12 awg	10/18 awg	8/22 awg	6/26 awg	4/30 awg	4/30 awg	4/27 awg	4/27 awg	4/27 awg	2	12/12 awg	8/18 awg	6/22 awg	4/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg	3	10/18 awg	6/18 awg	4/22 awg	2/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg	Number of Turbines	0-20 ft (0-6 m)	30-40 ft (9-12 m)	50-60 ft (15-18 m)	80-100 ft (24-30 m)	100-150 ft (30-45 m)	150-200 ft (45-60 m)	200-250 ft (60-75 m)	250-300 ft (75-90 m)	300-400 ft (90-120 m)	1	12/12 awg	10/18 awg	8/22 awg	6/26 awg	4/30 awg	4/30 awg	4/27 awg	4/27 awg	4/27 awg	2	12/12 awg	8/18 awg	6/22 awg	4/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg	3	10/18 awg	6/18 awg	4/22 awg	2/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg
Number of Turbines	0-20 ft (0-6 m)	30-40 ft (9-12 m)	50-60 ft (15-18 m)	80-100 ft (24-30 m)	100-150 ft (30-45 m)	150-200 ft (45-60 m)	200-250 ft (60-75 m)	250-300 ft (75-90 m)	300-400 ft (90-120 m)																																																																																																																
1	6/12 awg	6/18 awg	4/22 awg	2/26 awg	1/30 awg	1/30 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg																																																																																																																
2	6/12 awg	4/22 awg	1/26 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg																																																																																																																
3	4/22 awg	2/26 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg	1/27 awg																																																																																																																
Number of Turbines	0-20 ft (0-6 m)	30-40 ft (9-12 m)	50-60 ft (15-18 m)	80-100 ft (24-30 m)	100-150 ft (30-45 m)	150-200 ft (45-60 m)	200-250 ft (60-75 m)	250-300 ft (75-90 m)	300-400 ft (90-120 m)																																																																																																																
1	12/12 awg	10/18 awg	8/22 awg	6/26 awg	4/30 awg	4/30 awg	4/27 awg	4/27 awg	4/27 awg																																																																																																																
2	12/12 awg	8/18 awg	6/22 awg	4/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg																																																																																																																
3	10/18 awg	6/18 awg	4/22 awg	2/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg																																																																																																																
Number of Turbines	0-20 ft (0-6 m)	30-40 ft (9-12 m)	50-60 ft (15-18 m)	80-100 ft (24-30 m)	100-150 ft (30-45 m)	150-200 ft (45-60 m)	200-250 ft (60-75 m)	250-300 ft (75-90 m)	300-400 ft (90-120 m)																																																																																																																
1	12/12 awg	10/18 awg	8/22 awg	6/26 awg	4/30 awg	4/30 awg	4/27 awg	4/27 awg	4/27 awg																																																																																																																
2	12/12 awg	8/18 awg	6/22 awg	4/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg																																																																																																																
3	10/18 awg	6/18 awg	4/22 awg	2/26 awg	2/30 awg	2/30 awg	2/27 awg	2/27 awg	2/27 awg																																																																																																																

Продолжение таблицы 9

Название	Описание
	с мачтой с помощью проводника. Электроды должны иметь длину не менее 2,5 м и не содержать непроводящих покрытий, так их как краска. Полые электроды (трубы) не должны быть меньше размера 3/4 (метрический указатель 21) и должны быть оцинкованы или иным образом защищены от коррозии. Твердые стержневые электроды должны иметь диаметр не менее 16 мм. Электроды должны быть установлены таким образом, чтобы они находились в контакте с почвой на всей их длине. Электроды следует забивать в ненарушенную почву в пределах 1 фута от основания башни. Электроды следует заглублять на глубину 2,5 м, за исключением случаев, когда встречается скала; тогда электрод может устанавливаться под углом не более 45 градусов от вертикали. Некоторые местные власти разрешают расположение электрода в траншеи, длина которой составляет минимум 76 см. Верхний конец электрода и его соединение с заземляющим проводником должны быть ниже уровня земли или, если над землей, должны быть защищены от повреждений.  5. После того, как провода подключены к генератору, проложите провода вниз по мачте. Закрепите генератор на верхней части мачты, применяя резиновую изолирующую прокладку. Это уменьшит передачу шума и вибрации на мачту. Закрепите винтовые зажимные винты с помощью прилагаемого шестигранного ключа на 5/32 дюйма. Крутящий момент до 6,8 Нм. Если узел лопасти еще не установлен на генераторе, они могут быть установлены сейчас. 6. Перед окончательным подключением к АКБ убедитесь, что выключатели находятся в положении «Выкл». Прикрепите провода к батарее; красный к положительному выводу аккумулятора и черный к отрицательном

Продолжение таблицы 9

Название	Описание
	выводу аккумулятора 7. В обслуживание входит: 1) Проверьте лопасти генератора. Замените лопасти, если они повреждены 2) Проверьте затяжку болтов и гайки ступицы. 3) Проверьте защитный кожух на наличие трещин и правильную подгонку 4) Очистите все элементы от грязи или мусора. 5) Проверьте все электрические соединения, чтобы убедиться, что они надежные и не подвержены коррозии. 6) Как и во всех системах зарядки, проверьте уровень электролита в батарее и добавьте дистиллированную воду в соответствии с рекомендацией производителя. 7) замена лопастей и подшипников - каждые пять лет для оптимальной работы.
Результат	После выполнения всех вышеуказанных инструкций студент сможет самостоятельно выполнить монтажные и обслуживающие работы по ветро-солнечной электростанции для правильной и стабильной работы системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическая значимость разработанной нами методики заключается в выявлении новых методов обучения студентов и усовершенствованию их навыков на практике с применением новых технологий, которые отвечают всем необходимым в настоящее время требованиям по современному методу обучения и внедрения универсальных технологий виртуальной реальности в обучение студентов.

Благодаря комплексному подходу, показанной в данной работе обучающийся имеет полное представление о возобновляемых источниках энергии, конструкции, монтажу и эксплуатации фотоэлектрических панелей, а также ветроэнергетических установок. По результатам отдельно полученных знаний о ВИЭ, студент способен собрать автономную гибридную электрическую станцию из отдельно изученных элементов, указанных в данной работе.

Виртуальная лаборатория – это новый метод обучения, который может намного улучшить общее понимание студентов о работе возобновляемых источников энергии и закрепить материал о комплектациях, способах монтажа и эксплуатации ветрогенераторов или фотоэлектрических панелей, закрепляя теоретические знания практическими навыками прямоком в аудиториях университета.

Разработанные лабораторные практикумы наглядно показывают пошаговость сборки гибридной электростанции, при разработке которых было учтено использование VR технологий, когда студент будет погружен в виртуальную реальность.

Задачей данного дипломного проекта мы ставили обоснование применения технологий виртуальных лабораторий, в частности VR-технологий, при разработке автономной гибридной (ветро-солнечной) электростанции. По окончании работы, с уверенностью можем сказать, что достигли каждой из поставленных целей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Общие требования к оформлению и содержанию текстового и графического материала учебно-методической документации. СТ КазННТУ-10-2016;
- 2 Требования к оформлению ДП и МД. СТ КазННТУ 09-2017; Энергетика XXI века: Условия развития, технологии, прогнозы / Л.С. Беляев, А.В. Лагереv, В.В. Посекалин и др. Новосибирск: Наука, 2004.
- 3 Антонов, О. (2014). Зеленая энергетика Казахстана в 21 веке: мифы, реальность и перспективы. Материалы обзора по состоянию на 2014 г.
- 4 <https://www.eurasian-research.org/publication/a-promising-green-energy-resource-in-kazakhstan-solar-power/?lang=ru>
- 5 CarNet (n.d). Энергетика и возобновляемые источники энергетик в Казахстане. Региональный экологически центр Центральной Азии.
- 6 Informburo.kz (2019). Солнечную электростанцию ввели в эксплуатацию в Алматинской области. Источник <https://informburo.kz/novosti/solnechnuyu-elektrostantsiu-vveli-vexpluatatsiyu-v-almatinskoy-oblasti.html>. Доступ 06.01.2021
- 7 Сатубалдина, А. (2020). К декабрю в Казахстане будут запущены девять проектов в области возобновляемой энергетик. Источник <https://astanatimes.com/2020/05/nine-renewable-energy-projects-to-be-launched-in-kazakhstan-by-december/>. Доступ 23.12.2020.
- 8 Сим, О. (2015) Новая индустриализация как драйвер экономического роста в Казахстане в условиях глобализации. Джи-глобал.
- 9 Всемирный банк, Глобальный атлас солнечной энергетик 2.0, Solargis (2019). Источник <https://solargis.com/products/maps-and-gis-data/free/download/kazakhstan>. Доступ 23.12.2020.
10. Внуков А.К. (2017). Плюсы и минусы перехода на электроснабжение от солнечных батарей.
11. Ветряные электростанции – ветроэнергетические установки (ВЭУ). Источник <http://www.manbw.ru/analytics/wind-stations.html>
12. Нетрадиционная энергетик и энергоресурсосбережение. Источник http://www.gigavat.com/netradicionnaya_energetika_i_energoberejenie.php
13. Лукутин Б.В. (2008). Возобновляемая энергетик в децентрализованном электроснабжении.

РЕЦЕНЗИЯ

на комплексную дипломную работу
(наименование вида работы)

Темиров Амир Жеткергенұлы
Тлегенова Арай Советқызы
(Ф.И.О. обучающихся)

6B07101 - Энергетика
5B071800 - Электроэнергетика
(шифр и наименование специальностей)

на тему: Создание виртуальной лаборатории «Автономная гибридная
(ветро-солнечная) электростанция»

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ - _____ листах
б) пояснительная записка на _____ 60 _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломной работе разрабатывается методика создания виртуальной лаборатории с применением VR технологий автономной гибридной (ветро-солнечной) электростанции.

В работе определены основные сведения о возобновляемых источниках энергии, разработана методика выполнения виртуальной лаборатории и представлены их виды. Виртуальная лаборатория, представленная в данной работе, может улучшить понимание студентов о работе возобновляемых источниках энергии, а также закрепить теоретические знания практическими навыками в аудиториях университета.

Разработанные лабораторные практикумы показывают пошаговость сборки гибридной электростанции с учетом применения VR технологий, следуя которым студент способен собрать автономную гибридную электрическую станцию.

Оценка работы

Дипломная работа заслуживает оценки «отлично» (95%), а ее авторы присвоения академической степени «бакалавр» по специальностям 6B07101 – Энергетика и 5B071800 – «Электроэнергетика».



Рецензент

д.т.н., профессор кафедры ЭМиЭП НАО АУЭС

(должность, уч. степень, звание)

П.И.Сагитов

(подпись)

« 25 » _____ 2022 г.

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На комплексную дипломную работу
(наименование вида работы)

Темирова Амира Жеткергенұлы
Тлегенову Арай Советқызы
(Ф.И.О. обучающихся)

6B07101 – Энергетика,
5B071800 - Электроэнергетика
(шифр и наименование специальностей)

Тема: **Создание виртуальной лаборатории «Автономная гибридная
(ветро-солнечная) электростанция»**

Дипломники Темиров А.Ж. и Тлегенова А.С. приступили к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

За время работы дипломирования показали себя грамотным, инициативным специалистом, способным самостоятельно заниматься поиском необходимых литератур и материалов.

Дипломная работа посвящена разработке методики создания виртуальной лаборатории по автономной гибридной электростанции.

В дипломной работе определены понятия о возобновляемых источниках энергии, изучены виды виртуальных лабораторий, а также представлена концепция автономной гибридной (ветро-солнечной) электростанции.

В разделе «Разработка методики выполнения виртуальной лаборатории» разработаны лабораторные практикумы, которые показывают сборку гибридной электростанции с применением VR технологий, следуя которым обучающийся способен собрать автономную гибридную электростанцию

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки 95%, а ее авторы присвоения академической степени «бакалавр» по специальностям 6B07101 – Энергетика и 5B071800 – «Электроэнергетика».

Научный руководитель
Ассоц.профессор, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

Хидолда Е.

(подпись)

«21»

05

2022 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Темиров Амир Жеткергенұлы, Тлегенова Арай Советкызы

Соавтор (если имеется): Тлегенова Арай Советкызы

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Создание виртуальной лаборатории Автономная гибридная (ветро-солнечная) электростанция

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 0

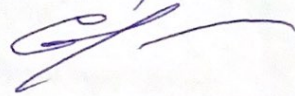
Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование: *Документы к защите*

Дата *25.05.2022*

Заведующий кафедрой *Сарамбаев Е.А.*



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Темиров Амир Жеткергенұлы, Тлегенова Арай Советқызы

Соавтор (если имеется): Тлегенова Арай Советқызы

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Создание виртуальной лаборатории Автономная гибридная (ветро-солнечная) электростанция

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 0

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 2

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☐ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☒ Обоснование: Комплексный дипломный проект рекомендуется к защите

Дата

23.05.2022

проверяющий эксперт