

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2017

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д. х. н., проф. академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Апель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагьян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d :

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

A. Kh. Ibraev, K. B. Musilimov

Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: k-u-a@mail.ru

AUTOMATION WIND POWER COMPLEX ON THE BASIS OF ROTOR TURBINE BOLOTOV (WRTB)

Abstract. In recent years, increasing attention is paid to the production of electricity from renewable sources and, in particular, the use of wind energy. Among the potential for use of wind turbines types, is very promising wind turbine rotor Bolotov (VRTB), which, by its technical characteristics superior to traditional propeller and other settings. using wind energy to generate electricity. Among the problems associated with industrial manufacturing VRTB, include the need to equip them with modern automation systems. This article discusses the design of automation systems of wind power complex.

Key words: wind rotor turbine Bolotov (WRTB), wind power complex (WPC), automation, technical means of automation.

УДК 621.311.24:681.5

А. Х. Ибраев, К. Б. Муслимов

НАО Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ РОТОРНОЙ ТУРБИНЫ БОЛОТОВА (ВРТБ)

Аннотация. В последние годы все большее внимание уделяется получению электроэнергии из возобновляемых источников, в частности, использование энергии ветра. В числе возможных для применения, типов ветроэнергетических установок, весьма перспективной является ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ), которая по своим техническим характеристикам превосходит традиционные пропеллерные и другие установки, использующие энергию ветра в выработке электрической энергии. В ряду проблем, связанных с промышленным изготовлением ВРТБ, можно отнести необходимость оснащения их современными системами автоматизации. В настоящей статье рассматриваются вопросы проектирования системы автоматизации ветроэнергетического комплекса.

Ключевые слова: ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ), ветроэнергетический комплекс (ВЭК), автоматизация, технические средства автоматизации.

Одним из важнейших приоритетов в развитии человечества, является промышленная выработка электроэнергии. Из статистических данных известно, что общая, установленная у потребителей, электрическая мощность по Казахстану составляет 19 798,1 МВт., а генерируемая мощность только – 15 765,0 МВт. Разница составляет 4033,1 МВт, что ведет к дополнительным расходам на приобретение электроэнергии извне. Вместе с тем, этот дефицит может быть погашен применением энергии ветра. Потенциальные запасы ветровой энергии несоизмеримы и теоретически превосходят суммарную мощность всех работающих электростанций Казахстана более чем 300 раз. В Казахстане выработка электрической энергии в 2014 году составила 86,2 млрд кВт·ч и распределяется по установленной мощности: ТЭЦ – более 80 %, ГЭС – 10 %, Доля возобновляемых

источников энергии (ВИЭ) составляет менее 1 %, что явно недостаточно и делает весьма актуальной задачу увеличения доли ВИЭ в энергетическом балансе республики [1, 3].

В числе возможных для применения, типов ветроэнергетических установок, выделяется роторная турбина, основанная на научной идее академика Болотова А.В. Ветровая роторная турбина Болотова (ВРТБ) по своим техническим характеристикам превосходит традиционные пропеллерные и другие установки использующие энергию ветра в выработке электрической энергии. Во-первых, пропеллерные ветровые установки способны принимать мощность ветра со скоростью от 5 до 18 м/с так как, при превышении скорости ветра более 18 м/с – до 22 м/с возникает аэродинамическая тяговая сила, которая вынуждает выводить установки из под ветра, так как, в противном случае, может происходить поломка пропеллера и гондолы, что, естественно, снижает результативность и эффективность комплекса таких установок. Во-вторых, необходимость постоянного обеспечения ориентации установки перпендикулярно к ветровому потоку, приводит к снижению ее эффективности, так как в географических условиях Республики Казахстан ветровые мощности характеризуются порывистостью и часто меняющимися направлениями. В-третьих пропеллерные ветровые установки способны принимать энергию приземного ветра только в пределах диаметра пропеллера которая составляет не более от 0,2–0,25 %. При использовании ВРТБ выше указанные отрицательные факторы исключаются. Отличительной чертой от традиционных и других установок ВРТБ является использование энергии ветра вокруг своей оси на 360 градусов и скорости ветра от 2 до 45 м/с и КПД составляет более 0,62% от используемого ветра.

Разрабатываемая система автоматизации предназначена для автоматического контроля и диспетчерского управления ветроэнергетическим комплексом (ВЭК). Объекты автоматизации, охватываемые системой автоматизации включают, как отдельные установки ВРТБ, так и комплекс в целом. Автоматизируемыми видами деятельности являются контроль механических и электрических переменных установок ВРТБ, состояния и положение узлов оборудования, сигнализация отклонения переменных и изменения состояния, централизованное хранение и представление автоматически и по запросу информации персоналу, автоматическое и диспетчерское управление.

Целью создания системы автоматизации является повышение эффективности функционирования ВЭК, которое обеспечивается автоматическим управлением и оперативным мониторингом состояния оборудования позволяющим уменьшить (или исключить) нежелательные и аварийные режимы работы, обеспечить выработку электроэнергии в заданных параметрах и количестве.

ВРТБ является сложной цилиндрической конструкцией с вертикальным расположением направляющих. Энергетическая установка, предназначенная для выработки электрической энергии с использованием энергии ветра для вращения ротора турбины, которая механически соединена с ротором генератора состоит из трех частей (рисунок 1):

1. Статор турбины;
2. Ротор турбины;
3. Генератор для выработки электрической энергии.

1. Статор турбины это цилиндрическая геометрическая форма состоящая с двух сторон замыкающих направляющих, корпусов подшипников соединенных между собой опорной арматурой к которым вертикально расположенные направляющие секторообразной формы крепятся жестко. Корпуса подшипников служат для механического соединения вала ротора турбины через подшипников качения для получения качественного вращающего движения ротора которая передается на ротор генератора. Секторообразные направляющие располагаются вертикально между двумя корпусами подшипников и служат для направления энергии ветра преобразуя с ламинарного на турбулентное и внутри турбины возникает вихревые потоки ветра, которые в свою очередь приводят в вращательное движение ротора турбины. Количество направляющих определяются при выборе мощности вырабатываемой электроэнергии, в данном случае прилагаются конструкторско-технологические чертежи до 10 кВт. Секторообразные направляющие располагаются по окружности корпусов подшипников, которая дает возможность принять ветровую энергию любого направления. Опорные арматуры служат для соединения корпусов подшипников по окружности и служат для жесткости конструкции.

2. Ротор турбины это цилиндрическая геометрическая форма состоящая из следующих деталей: Из двух дисков замыкающих направляющие ротора соединяется между собой опорной

арматурой, которая располагается по окружности диска и служит для жесткости конструкции. Направляющие винта, которая располагается вертикально по окружности дисков ротора и жестко крепятся к диску.

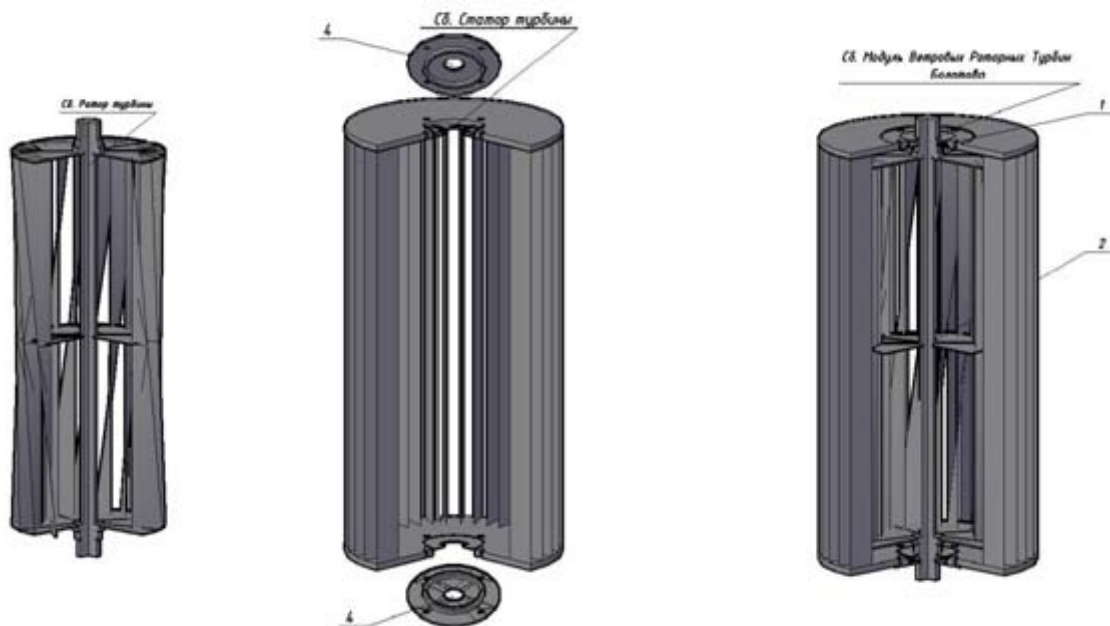


Рисунок 1 – Чертеж модуля ВРТБ

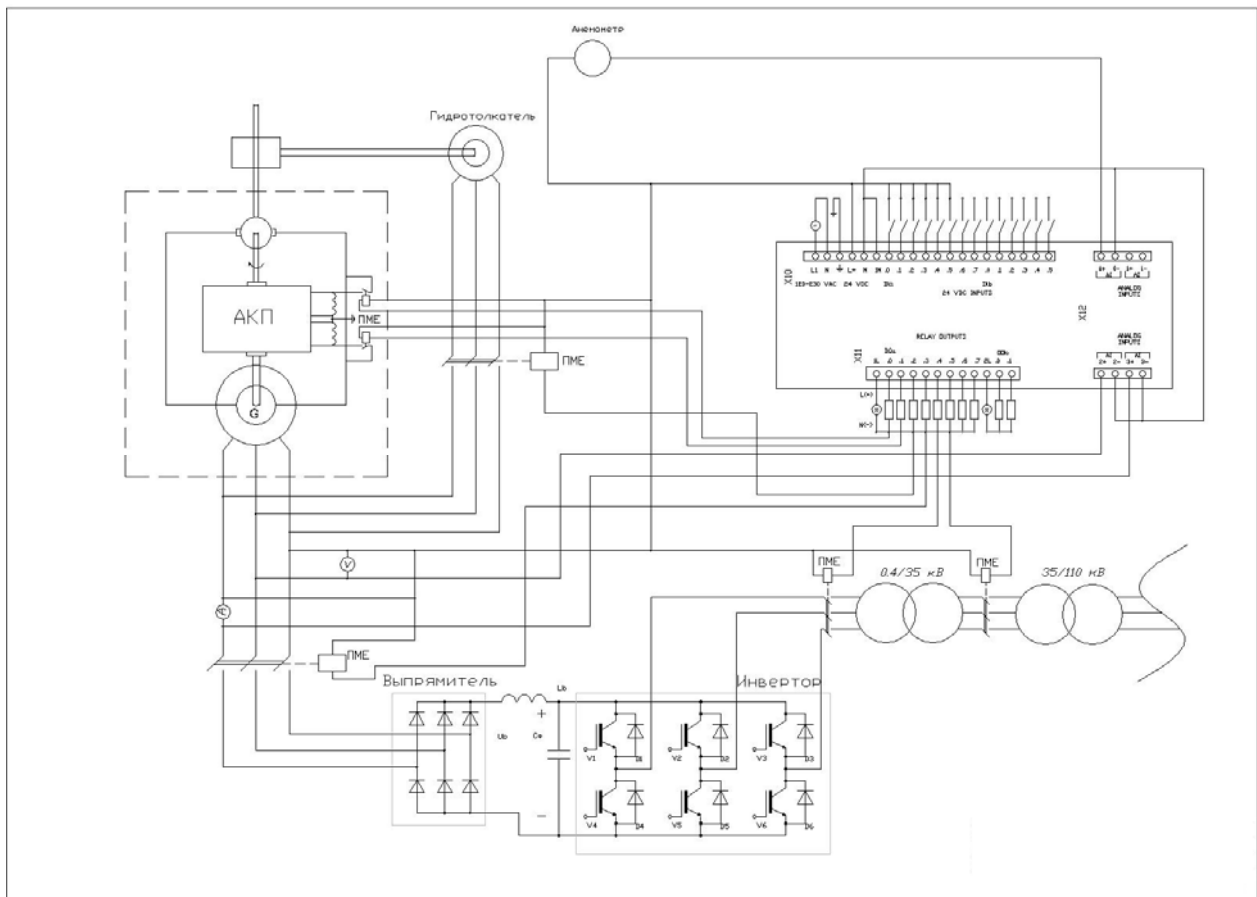


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема ВРТБ

Конструктивной особенностью направляющих ротора является то, что верхняя часть направляющих устанавливается под углом (+) заданной величины на верхнем диске, а нижняя сторона направляющих устанавливается под углом (-) заданной величины на нижнем диске и обеспечивают эффективно принимать вихревые потоки ветровой энергии с КПД более 0,62, когда КПД пропеллерных традиционных ветровых установок составляет 0,2.

3. **Генератор.** Характеристики генератора - на постоянных магнитах, трёхфазный, номинальная мощность 10 кВт, номинальное выпрямленное напряжение 380 В, номинальный ток 26 А [2, 5]. Электрическая схема установки ВРГБ представлена на рисунке 2.

В рамках создания системы автоматизации ВРГБ разработана проектная документация, включающая функциональную и другие схемы автоматизации. Выбор технических средств автоматизации и их размещение осуществлялся из необходимости удовлетворения требованиям, предъявляемым к условиям работы автоматизируемого объекта, в том числе длительная автономная работа энергетической установки [3, 4].

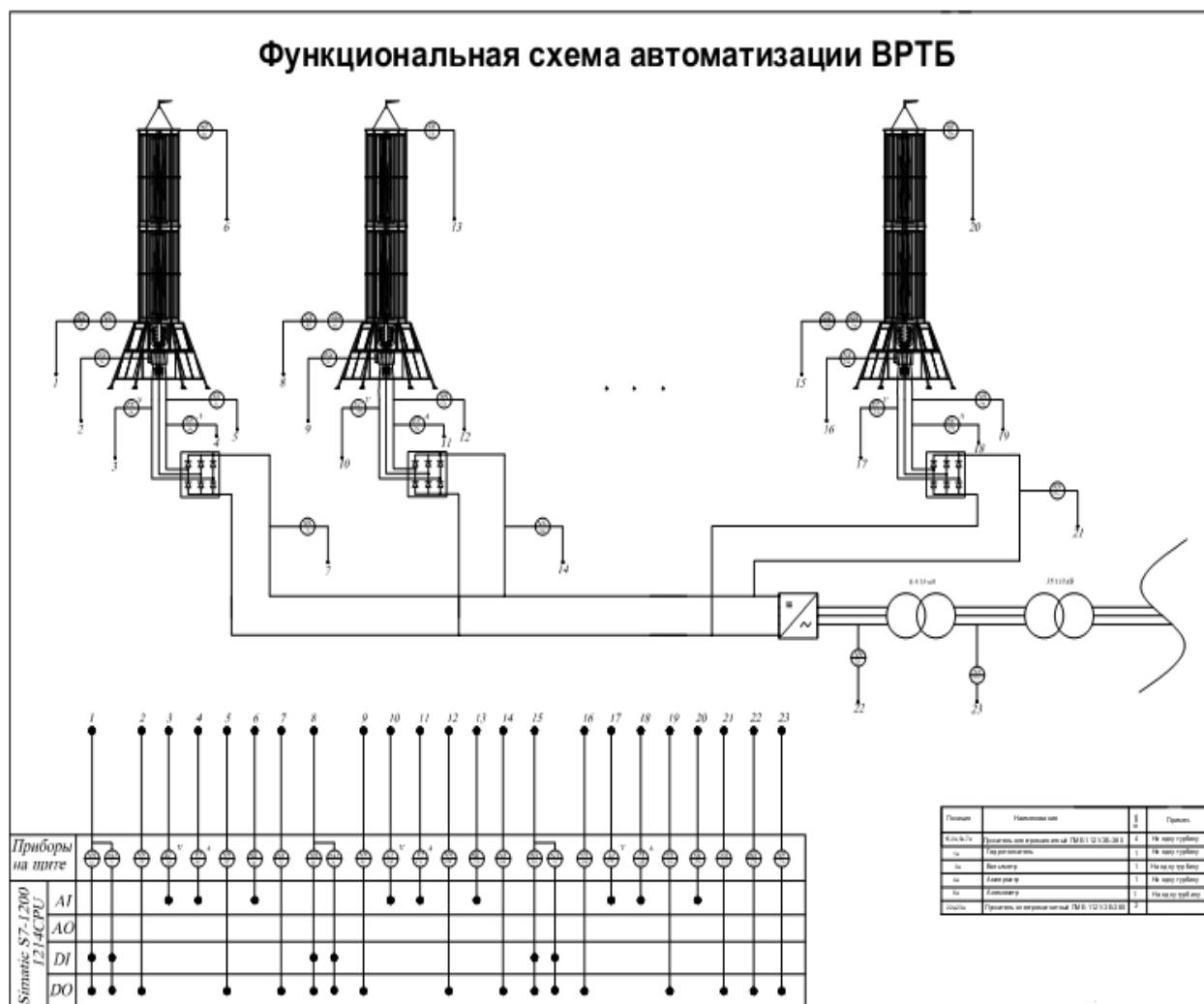


Рисунок 3 – Функциональная схема автоматизации ВРГБ

Для получения информации о скорости ветра используется анемометр, а электрических переменных – вольтметры и амперметры. Значения всех измеряемых переменных передаются на ПЛК. В схеме автоматизации предусматривается управление гидротолкателями и магнитными пускателями.

Для обеспечения потребителя качественной и стабильной мощностью предусматривается автоматическое включение (выключение) отдельных генераторов.

Так, например, при необходимости общей выдачи в сеть 70 кВт, используется до 10 установок ВРТБ мощностью 10 кВт. при номинальной скорости ветра. При этом подключаются в сеть семь станции, а три останутся в резерве. Подключение осуществляется с помощью контроллеров, сигналы поступают с аналоговых датчиков информации обрабатываются и передаются в виде дискретных выходов на пускатели. Если показатели напряжения и тока будут показывать соответствующую мощность, то пускатели на семи станциях будут включены, а три пускателя на гидротолкателях в отключенном состоянии тормозят три резервные турбины. Если скорость ветра падает, подключаются резервные турбины с помощью пускателей. Если показатели напряжения и тока не достигают необходимой мощности, контроллер соответственно включает через РП электромагнитные катушки на АКП, которые в свою очередь переключают фрикционные диски связанные соответствующей скоростью передачи и соответственно управляется генератор возбуждения с постоянными магнитами тем самым увеличивается мощность на выходе генератора до заданных значений. Последовательно выработанная энергия через выпрямительное устройство подается на инвертора соответственно преобразованная электрическая энергия идет на трансформаторы ТМ 0,4/35 кВ и дальнейшая транспортировка в сеть идет через трансформатор ТМ 35/110 кВ на ЛЭП к потребителю.

В состав технического обеспечения АСУ ТП ВЭК входят:

- средства сбора информации (измерительные преобразователи, счетчики, сигнализаторы и пр.);
- исполнительные устройства, в т.ч пускатели, концевые выключатели и пр.;
- программируемые логические контроллеры;
- программы;
- кабели связи [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Болотов А.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники электроэнергии: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2011. – 79 с.
- [2] Болотов А.В., Бакенов К.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Конспект лекций для студентов всех форм обучения специальности 050718 – Электроэнергетика. – Алматы: АИЭС, 2007. – 40 с.
- [3] Болотова А.В. // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. – 2014, 2015. – № 1, 2.
- [4] Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учебник для вузов / Под ред. А. Ф. Дьякова. – М.: НИЦ ЭНАС, 2000. – 504 с.
- [5] Кацман М.М. Электрические машины: Учебник для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Высш. школа, 1983. – 432 с.

REFERENCES

- [1] Bolotov A.V. Netradicionnye i vobnovljaemye istochniki jelektrojenergii: Uchebnoe posobie. Almaty: AUJeS, 2011. 79 p.
- [2] Bolotov A.V., Bakenov K.A. Netradicionnye i vobnovljaemye istochniki jenerгии: Konspekt lekcij dlja studentov vseh form obuchenija special'nosti 050718 – Jelektrojenergetika. Almaty: AIJeS, 2007. 40 p.
- [3] Bolotova A.V. // Vestnik Nacional'noj inženernoj akademii Respubliki Kazahstan. 2014, 2015. N 1, 2.
- [4] Ovcharenko N.I. Avtomatika jelektricheskikh stancij i jelektrojenergeticheskikh sistem: Uchebnik dlja vuzov / Pod red. A. F. D'jakova. M.: NC JeNAS, 2000. 504 p.
- [5] Kacman M.M. Jelektricheskie mashiny: Uchebnik dlja sred. spec. ucheb. zavedenij. M.: Vyssh. shkola, 1983. 432 p.

А. Х. Ибраев, Қ. Б. Мүсілімов

Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

БОЛОТОВТЫҢ РОТОРЛЫ ТУРБИНАСЫ (ВРТБ) НЕГІЗІНДЕ ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНІН АВТОМАТТАНДЫРУ

Аннотация. Соңғы жылдары электр энергиясын өндіру үшін жаңартылатын энергия көздерін, атап айтқанда, жел энергиясын пайдалануға көп көңіл бөлінуде. Мәселені шешудің ең тиімді тәсілі деп, өзінің техникалық сипаттамалары бойынша пропеллерлік және басқа да қондырғылардан асып түсетін, академик А. В. Болотов ойлап тапқан әлемде теңдесі жоқ ВРТБ жел күш қуатын пайдаланып электр энергиясын өндіру станциясын атауға болады. ВРТБ қондырғыларын өнеркәсіптік өндіру мәселесі, оларды қазіргі заманғы автоматтандыру жүйелерімен жабдықтау қажеттігін қамтиды. Бұл мақалада жел энергетикалық кешенін автоматтандыру жүйелерін жобалау талқыланады.

Түйін сөздер: Болотовтың роторлы турбинасы (ВРТБ), жел энергетикалық кешені (ЖЭК), автоматтандыру, автоматтандырудың техникалық құралдары.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 24.02.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.