



II Международная научно-практическая конференция  
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# МНОГОАГРЕГАТНАЯ МОДУЛЬНАЯ ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ РАЙОНОВ С НИЗКИМ ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

Доржиев С.С., [DSS.61@mail.ru](mailto:DSS.61@mail.ru)

16-18 сентября 2020 г  
Воронеж, Россия





МНОГОАГРЕГАТНАЯ  
МОДУЛЬНАЯ  
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ  
РАЙОНОВ С НИЗКИМ  
ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

# Введение

«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Существующие ветроэнергетические станции мощностью до 20 кВт эффективно работают при среднепериодических скоростях ветра 6,5-7 м/с. Большая часть территории России находится в местах со среднепериодическими скоростями ветра менее 4-5 м/с.





«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Введение

МНОГОАГРЕГАТНАЯ  
МОДУЛЬНАЯ  
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ  
РАЙОНОВ С НИЗКИМ  
ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

Быстроходные малоллопастные ВЭУ, рассчитанные на быстроходность  $Z = 6-9$  в районах со среднегодовой скоростью ветра  $4-7$  м/с, работают в расчетном режиме от 152-х до 720-ти часов или от 2 до 8 % в год. Ветроприемные устройства (ВПУ) рассчитаны на узкий диапазон скоростей ветра. Для разработки модуля энергоснабжения необходимо расширить диапазон используемых скоростей ветра, т.к.около 80% времени скорость ветра составляет менее 5 м/с.

В сельском хозяйстве имеется много рассредоточенных объектов, удаленных от линий электропередач мощностью от 1 до 10 кВт (водопойные пункты на пастбищах отгонного животноводства в засушливых районах, отдаленные фермы, пастбища, небольшие орошаемые участки овощных культур, установки для осушения и дренажа и т.п.). А также в перспективе встанет вопрос энергоснабжения базовых станций сотовой связи в рамках цифровизации сельского хозяйства.

**Цель работы** - изучить работу ветрогенераторов с разными параметрами, сравнить выработанную мощность многоагрегатной установки и сумму мощностей, выработанных отдельными ветрогенераторами с такими же параметрами.



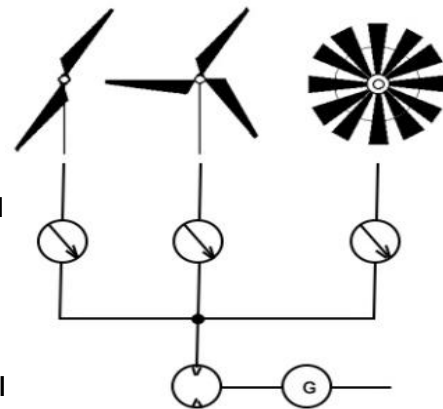
«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Методика эксперимента

МНОГОАГРЕГАТНАЯ  
МОДУЛЬНАЯ  
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ  
РАЙОНОВ С НИЗКИМ  
ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

В настоящее время выполняется разработка многоагрегатной ВЭУ, работающей в аддитивном режиме в условиях дефицита мощности одной ВПУ. Рассматривается возможность совместить ВПУ с разными параметрами с генератором с помощью аддитивного блока.

В ветрополигоне в течение года были проведены исследования работы многоагрегатной ВЭУ. Наблюдения велись за работой 3-, 6-, 9-лопастных горизонтально-ориентированных и 6-лопастной вертикально-ориентированной ВЭУ с диаметрами ветроколес 2, 3, 3,9, 4, 15 м соответственно. Записывали вырабатываемую ВЭУ мощность и число оборотов в зависимости от скорости ветра.





МНОГОАГРЕГАТНАЯ  
МОДУЛЬНАЯ  
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ  
РАЙОНОВ С НИЗКИМ  
ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

# Результаты и обсуждение

Сущность разрабатываемой многоагрегатной установки заключается в том, что механическая энергия с нескольких ветроприемных устройств с разными параметрами суммируется в аддитивном блоке.

Просуммированная энергия передается в электрогенератор. Мощность планируемого ветроагрегата составит 1кВт. Если скорость ветра составит 5 м/с тихоходное ВПУ будет вырабатывать 70% от номинальной мощности, быстроходное 10% и трехлопастное ветроколесо порядка 20%. В сумме получится 1кВт, причем потери на электрогенераторе будут минимальны.

«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

Разрабатываемая многоагрегатная модульная установка, которая монтируется в ветрополигоне ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в г. Истра



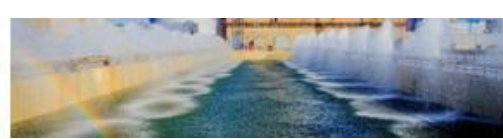


Разрабатываемая многоагрегатная модульная установка, которая монтируется в ветрополигоне ФГБНУ ФНАЦ ВИМ в г. Истра

«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

МНОГОАГРЕГАТНАЯ  
МОДУЛЬНАЯ  
ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ ДЛЯ  
РАЙОНОВ С НИЗКИМ  
ВЕТРОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ

	3 - лопастной ГО		6 - лопастной ГО		9-лопастной ГО		6 -лопастной ВО			
D, м	1,97		2,95		3,89		4,15			
S, м <sup>2</sup>	3,06		6,83		11,90		13,50			
КИЭВ	0,4		0,35		0,3		0,28			
v, м/с	P, Вт	n, об/мин	P, Вт	n, об/мин	P, Вт	n, об/мин	P, Вт	n, об/мин	P, Вт многоагрегатная ВЭУ с учетом потерь на генераторе	P, Вт Отдельные ВЭУ с учетом потерь на генераторе
4	48,000	232	93,750	78	139,942	49	148,148	37	382,557	128,952
5	93,750	290	183,105	97	273,324	61	289,352	46	747,183	251,859
6	162,000	348	316,406	117	472,303	74	500,000	55	1291,131	435,213
7	257,250	406	502,441	136	750,000	86	793,981	65	2050,269	2050,269
8	384,000	464	750,000	155	1119,534	98	1185,185	74	3060,460	3060,460
9	546,750	523	1067,871	175	1594,023	110	1687,500	83	4357,569	4357,569
10	750,000	581	1464,844	194	2186,589	123			3917,275	3917,275
11	998,250	639	1949,707	214	2910,350	135			5213,893	5213,893
12	1296,000	697							1153,440	1153,440
13	1647,750	755							1466,498	1466,498
14	2058,000	813							1831,620	1831,620



«Альтернативная и интеллектуальная энергетика»

# Выводы

При низких скоростях ветра момент и частота вращения малоллопастных ветроколес низкая, следовательно частота генератора и КПД тоже низкие (потери в генераторе). Однако, сложив энергию с отдельных ветроколес с разными параметрами, которые работают эффективно на разных скоростях ветра, с помощью аддитивного блока, можно подвести к генератору сумму моментов и энергии с нескольких ветроколес с помощью гидромоторов в аддитивном блоке, повышая частоту вращения и КПД генератора (потери в генераторе меньше).



**Спасибо за внимание**