

УДК 504.35

## ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ВЕТРА НАД РУСЛОМ РЕКИ ЕНИСЕЙ

Д.В. Злобин, студент гр. ЭБ15-01Б, 4 курс

Научный руководитель: Р.А. Шарафутдинов, к.г.н., доцент

Институт экологии и географии

Сибирский федеральный университет

г. Красноярск

Рынок ветроэнергетики в мире (от Европы до Китая) развивается очень стремительно. В Российской Федерации, обладающей первым в мире ветроэнергетическим потенциалом (50 трлн КВт\*ч в год), но пока его практически не реализовавшей, в последние годы принято большое количество нормативных правовых актов и государственных программ, способствующих развитию данной отрасли, строятся новые ветропарки. [1] Все большее количество регионов исследует возможность установки на своей территории ветростанций на основании методов статистической обработки многолетних данных о скоростях ветра, компьютерного моделирования и натурных измерений.

В долине реки Енисей почти на всем ее протяжении имеются достаточные для развития ветроэнергетики скорости ветра – среднегодовые скорости равны от 3 до 4 м/с. [2]

В черте города Красноярска, в долине мощной реки на стыке трех горных систем [3] могут создаваться благоприятные условия для установки ветростанций из-за возникающих местных горно-долинных ветров. С усилением загрязнения атмосферного воздуха в мегаполисе этот вопрос становится все более острым. При этом с 1980 года не проводился анализ климатических параметров Красноярска. Поэтому нами была поставлена задача получить больше данных о ветроресурсе долины, в том числе о скоростях ветра над руслом реки.

С помощью разработанной автором аэрометрической установки было выполнено измерение скоростей ветра над руслом реки Енисей с 3 мостов города Красноярска. Устройство представляет собой закрепленную на стальном профиле лебедку с храповиком, держащую стальной 24-метровый трос с отмеченными метрами, на которую подвешено отлитое из свинца 4-килограммовое кольцо с флюгером для направления по ветру, анемометром GM816 и снимающей его дисплей камерой. Для устойчивости профиль прикрепляется к мосту с помощью стропы.

Время измерений, начиная с верхней точки на мосту и заканчивая нижней точкой над урезом воды, не превышало 10 минут. Измерения скоростей ветра производились каждые 4 метра с остановкой на 30 секунд. После данные с камеры воспроизводились и фиксировались максимальные,

минимальные скорости ветра на высотах и мода значений. Расстояния от перил моста до поверхности воды измерялись с помощью дальномера Nikon Forestry Pro. Информация о подобных исследованиях в российской и международной литературе не обнаружена.



Рисунок 1 – Установка для построения вертикальных градиентов скоростей ветра

Над Октябрьским мостом установлено, что самые высокие скорости ветра достигаются чуть выше уреза воды (моды над урезом больше, чем на мосту, на 1,9 м/с в обоих случаях; максимумы – на 2,4 м/с также в обоих случаях).

Это может объясняться существованием особого ветрового потока над поверхностью реки параллельно ее течению, выше которого возникают турбулентности и снижения скоростей. Это частично согласуется со скоростью реки в указанных участках. Также это может объясняться влиянием на ветровой поток механической преграды в виде моста, эффект чего максимально снижен в нижней точке.

Ниже приведен пример измерений перед и за аркой Коммунального моста с разницей во времени в 45 минут. Мы можем наблюдать интересное явление: если спереди моста самые высокие скорости ветра обнаружены непосредственно над водой (это было проверено неоднократно), то за мостом самая высокая скорость чуть выше, чем в центре пространства арки. Из этого можно сделать вывод, что при отсутствии крупных препятствий ветер имеет наибольшую скорость непосредственно над рекой благодаря ее течению, но при встрече преграды поток перестраивается и приобретает наибольшую скорость в месте, наиболее удаленном от преград, т.е. в центре.

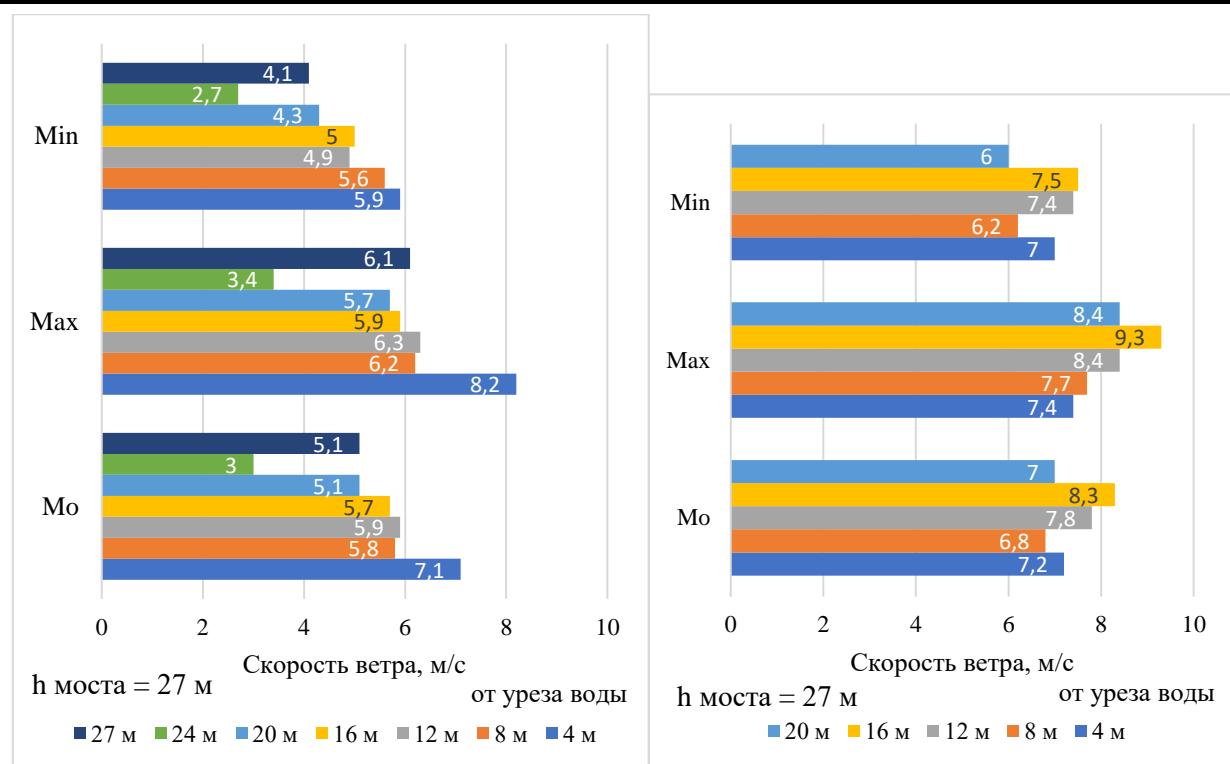


Рисунок 2 – Вертикальный профиль минимумов, максимумов и мод скоростей ветра 26.07.18 перед (левый профиль) и за аркой (правый профиль) Коммунального моста

Причем эта скорость намного выше, чем над руслом перед мостом (по моде больше на 1,2 м/с, по максимуму – на 1,3 м/с), из чего получается практическое применение – для энергоснабжения моста (подсветка) можно использовать ветроустановки, располагая их примерно на 11 метров ниже перил моста. Если лопасти винта не будут больше 4 метров, это не создаст помех ни проплывающим ниже судам, ни конструкции моста.

Безусловно, эти данные будут уточняться. Необходимо провести измерения как в зимнее время, так и в ночное время суток. Однако перспективы использования ветрогенераторов в долине реки очевидны.

### Список литературы:

1. Ермоленко, Б.В. Ветроэнергетика и окружающая среда / Б.В. Ермоленко, Г.В. Ермоленко, М.А. Рыженков // Энергия: экономика, техника, экология.– 2011.– № 8.– С. 10-19.
2. Бастрон, А.В. Ветроэнергетика Красноярского края / А.В. Бастрон [и др.]; Красноярский государственный аграрный. университет. – Красноярск, 2015. – 252 с.
3. Климат Красноярска / под.ред. Ц.А. Швер, А.С. Герасимовой.– Ленинград: Гидрометеоиздат, 1982. – 180 с.