

него половодья не имеют четкой дифференциации, как по бассейнам рек, так и по гидрологическим районам. Ввиду существенного влияния площадей водосборов на величины модулей стока, установлена целесообразность выполнения районирования по площадям водосборов: до 500 км<sup>2</sup>, 500-1000 км<sup>2</sup>, более 1000 км<sup>2</sup>. Построены соответствующие карты пространственного распределения модулей стока. Карты районирования модулей стока могут использоваться на предпроектной стадии для контроля качества выполненных гидрологических расчетов, для предварительной оценки параметров мелиоративных систем и сооружений. Результаты исследований могут использоваться в учебном процессе при подготовке инженеров по специальности «Мелиорация и водное хозяйство».

#### **Список цитированных источников**

1. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования: ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2006.
2. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения: ТКП 45-3.04-168-2009 (02250). – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2010.
3. Определение расчетных гидрологических характеристик = Национальный комплекс нормативно-технических документов в строительстве: пособие к строительным нормам и правилам: П1–98 к СНиП 2.01.14–83 // Введ. 01.08.1999. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000.
4. Мешик, О.П. Проблемы гидрологических расчетов и использования их результатов в мелиоративной практике / О.П. Мешик, Т.Е. Зубрицкая, Ю.О. Снитко // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: науч. статьи Межд. науч.-практ. конф., Брест 23-25 апр. 2014 г.: под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2014. – Ч. 3. – С. 191–195.
5. Природная среда Беларуси / Национальная академия наук Беларуси, Институт проблем использования природных ресурсов и экологии; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: НОООО «БИП-С», 2002. – 424 с.

УДК 620.9

**Стаховец Д.Н., Палазнак А.А.**

**Научный руководитель: ст. преподаватель Янчилин П.Ф.**

### **ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Исследования белорусских ветров по скоростям ветра и времени их работы в году, проводившиеся при анализе ветровой обстановки в Беларуси и других континентальных регионах мира, показали, что ветер в Беларуси есть на всей территории на высоте 10 м от поверхности земли со скоростью 2,8-4,7 м/с в зависимости от районов. Например, при среднегодовой скорости ветра 3,5 м/с суммарное время работы в году ветров со скоростями 1-25 м/с составляет 95% от годового времени, или 8300 часов. При этом штилевая зона, соответствующая скоростям ветра менее 1 м/с или полному его отсутствию, составляет только 5% от годового времени, или 466 часов.

Ветер является одним из основных имеющихся в стране ресурсов для возможного реального использования на всей территории республики при замещении импортируемого органического топлива на длительную перспективу. Поэтому развитие ветроэнергетики в Беларуси является давно назревшей необходимостью для осуществления ускоренного замещения постоянно дорожающего импортируемого органического топлива.

Белорусская энергосистема должна обеспечить необходимые для динамичного развития экономики страны потребности в энергоресурсах в настоящее время и на дли-

тельную перспективу. В настоящее время доля импортируемого природного газа в потреблении котельно-печного топлива Беларуси достигает 75%, а в белорусской энергосистеме – 95%, которые превышают критический уровень 30%. Зависимость страны от импортируемого природного газа не обеспечивается ниже критической отметки даже к 2020 г., с учетом запланированной стратегии развития энергетической отрасли. Поэтому необходимо ускорить внедрение в энергетический баланс возобновляющихся источников энергии, таких как энергия ветра. Из технически возможного потенциала ветра, показанного выше, можно предусмотреть освоение потенциала энергии в количестве 13-65 млрд кВт·ч для устранения критического импорта природного газа и доведения его потребности до 30; как по Беларуси, так и по белорусской энергосистеме соответственно [1, 2].

Среднегодовая скорость ветра на территории РБ составляет 3,5-4,0 м/с на равнинах и возвышенностях, 3,0-3,5 м/с на низменностях и в долинах рек. Лишь в отдельных районах с большой заселенностью скорость ветра снижается до 2,8-2,9 м/с.

Изменчивость среднегодовой скорости ветра невелика, стандартное отклонение составляет от 0,3-0,4 м/с. В отдельные годы средняя скорость ветра на всех станциях не превышает 5 м/с, но и не менее 2 м/с. Максимальные скорости ветра характерны для осенне-зимних периодов, когда увеличивается циклоническая деятельность. Минимальные наблюдаются в конце лета, когда уменьшается повторяемость и глубина циклонических образований. Различия в скорости ветра в зимние и летние месяцы составляют 1,0-1,5 м/с [3].

В таблице 1 показан годовой ход скорости ветра в областных центрах Беларуси [4].

Таблица 1 – Годовой ход скорости ветра в областных центрах Беларуси

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Витебск	4,4	4,3	4,1	4,0	3,6	3,3	3,0	2,9	3,3	4,0	4,6	4,5	3,8
Минск	4,0	4,1	3,9	3,7	3,4	3,1	3,0	2,9	3,1	3,6	4,1	4,1	3,6
Гродно	4,3	4,3	4,2	4,0	3,5	3,4	3,4	3,1	3,6	4,0	4,7	4,5	3,9
Могилев	4,6	4,5	4,2	4,0	3,6	3,4	3,3	3,2	3,5	4,1	4,6	4,7	4,0
Брест	3,5	3,5	3,6	3,3	2,9	2,8	2,7	2,6	2,7	3,1	3,5	3,4	3,1
Гомель	4,1	4,1	3,9	3,8	3,4	3,2	3,0	2,8	3,1	3,5	3,9	4,1	3,6

На территории Беларуси определены 4 ветрозоны (рис. 1) [3]:

- I – до 3,5 м/с,
- II – 3,5-4,0 м/с,
- III – 4,0-4,5 м/с,
- IV – более 4,5 м/с.



Рисунок 1 – Ветроэнергетические зоны Беларуси

## **Вывод**

Скорость ветра почти на всей территории Беларуси слишком мала для использования классических ветроэнергоустановок. Для использования энергии ветра в нашей стране необходимо разработать и использовать новые, инновационные схемы ветрогенераторов, использовать новые, многоуровневые схемы, которые работают при более низкой скорости ветра и отличаются большей эффективностью.

### **Список цитированных источников**

1. Фатеев, Е.М. Ветродвигатели и их применение в сельском хозяйстве. – М., 1952.
2. Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: материалы VI Международной научно-практической конференции. – Гр., 2006.
3. Исследование эффективности использования энергии ветра на территории Брестской области Республики Беларусь / Н.В. Викторovich // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2013. – № 2: Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 117–121.
4. Климат Беларуси. – Минск, 1996.

УДК 628.316

*Таратенкова М.А.*

*Научный руководитель: к.т.н. Волкова Г.А., Андreyuk С.В.*

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Исследовалась интенсификация процесса биохимической очистки сточных вод молокоперерабатывающих предприятий путем применения дополнительной аэрации сточной жидкости.

Цель работы – исследовать применения дополнительной аэрации СВ в секциях био-фильтра.

### **Введение**

Охрана окружающей среды, в том числе предотвращение загрязнений природных водных ресурсов, является одной из наиболее актуальных проблем современности. Главное направление в решении защиты водоемов от загрязнений – эффективная очистка сточных вод до степени, позволяющей повторное их использование, либо до нормативных показателей сброса в водоем.

Первоочередного решения в этом направлении требуют промышленные предприятия, являющиеся источником образования высококонцентрированных сточных вод, особенно производства, расположенные в сельской местности и сбрасывающие сточные воды в маломощные водоемы [1].

На современных предприятиях по переработке молока образуется большое количество высококонцентрированных по органическим загрязнениям сточных вод, которые сбрасываются в канализацию (с 1 м<sup>3</sup> сточной жидкости – 2-4 кг органических загрязнений естественного происхождения, представляющих биологическую ценность).

Многие предприятия отрасли, не имея локальных очистных сооружений, сбрасывают сточные воды в городскую сеть водоотведения с последующей очисткой их на городских очистных сооружениях. Для очистки городских сточных вод от различных биологически неконсервативных органических веществ используются преимущественно биологиче-