

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТА

студента _____ 4 _____ курса _____ 411 _____ группы

направления (специальности) 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Чучян Дмитрия Олеговича

Научный руководитель

профессор, д.г.н., доцент

_____ подпись, дата

А.Б. Рыхлов

И.о. зав. кафедрой

доцент, к.г.н.

_____ подпись, дата

М.Ю. Червяков

Саратов 2019

Введение. Неблагоприятная экологическая ситуация и ограниченность традиционных энергетических ресурсов ставят перед человечеством вопрос об использовании альтернативных, возобновляемых источников энергии.

Уже сегодня люди понимают, что запасы ископаемого топлива ограничены и его использование ведет к загрязнению окружающей среды. Так, эмиссия диоксида углерода приводит к глобальному потеплению, а диоксид серы является причиной кислотных дождей. Если принимать это во внимание, то все более привлекательным становится использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в которую входит и ветровая энергия, ведь эксплуатация ветроустановок не требует топлива и воды, они могут быть полностью автоматизированы, а также они быстровозводимы [1].

Цель работы – оценить и изучить ветроэнергетический потенциал Пензенской области.

В ходе данной курсовой работы были поставлены и решены следующие задачи:

- 1 Определить средние скорости ветра на разных высотах.
- 2 Рассчитать удельную мощность на разных высотах, на станциях Пензенской области.
- 3 Показать годовой ход скорости ветра на разных высотах.
- 4 Рассмотреть и оценить перспективы установки ВЭУ на территории Пензенской области.

В данной работе рассматриваются вопросы развития ветроэнергетического потенциала во всем мире, а также описаны перспективы, возможности применения и производства новых и более мощных установок в России, в частности Пензенской области.

Для получения информации о средних скоростях ветра и удельной мощности на разных высотах были взяты значения скоростей ветра у земли из справочника по климату, а также применен безразмерный параметр m .

На основе всего этого был получен результат о преимуществах использования такого вида альтернативной энергии, эффективности использования, размещения ВЭУ на исследуемой территории. Предстоящая работа раскрывает преимущества и недостатки установки ветровых электростанций на определенной территории и при определенном ветровом режиме [2].

Основное содержание работы. Ветер обладает большой переменчивостью, это связано с влиянием подстилающей поверхности и физического состояния атмосферы. Прежде чем устанавливать на той или иной территории ВЭУ, проводятся расчеты ветрового режима этой местности.

Далее с помощью степенной формулы: $\frac{\bar{v}_z}{\bar{v}_h} = \left(\frac{z}{h}\right)^m$ где \bar{v}_z и \bar{v}_h -

средние скорости ветра на высоте z и h (флюгера) м; m – безразмерный параметр, мы определили средние скорости ветра на разных высотах. Эти параметры в общем случае зависят от турбулентности, стратификации атмосферы и местных физико-географических условий.

Станция, которая находится на равнинной территории, не загромождена деревьями и застройкой, на такой станции скорость ветра будет высокая. Значения скорости ветра на холмистой территории скорость ветра будет меньше чем на равнинной территории. На это влияет характер подстилающей поверхности. Но самые максимальные показатели ветра будут на станции, которые расположены на возвышенности. Высокая скорость на таких станциях обусловлена тем, что трение здесь намного меньше, чем на равнинной территории. Так же на данные о скорости ветра влияет время года. Ведь скорость ветра обусловлена градиентом давления на наблюдаемой территории, а градиент в свое время обусловлен температурой прогрева подстилающей поверхности [3].

По этим данным была выявлена станции с максимальным значением мощности. Максимальное среднегодовое значение ветрового потока отмечается на станции Пачелма, которое составляет $503,3 \text{ МВт/м}^2$, а минимальное значение ветрового потока наблюдалось на станции Кузнецк ж.д – $255,5 \text{ МВт/м}^2$.

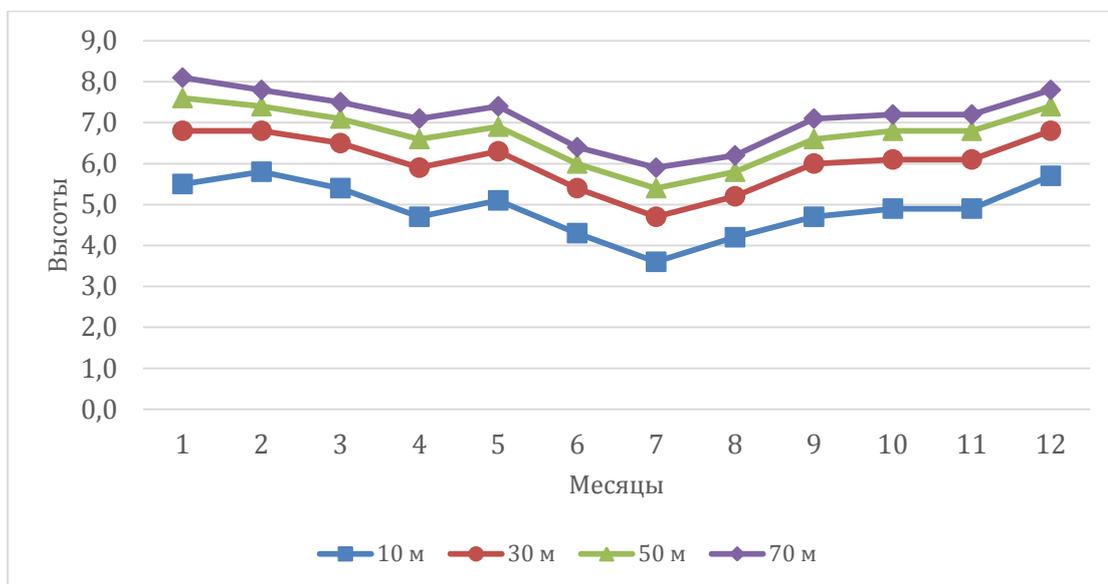


Рисунок 4.1 – Годовой ход средней скорости ветра (м/с) на высотах на станции Пачелма (составлено автором)

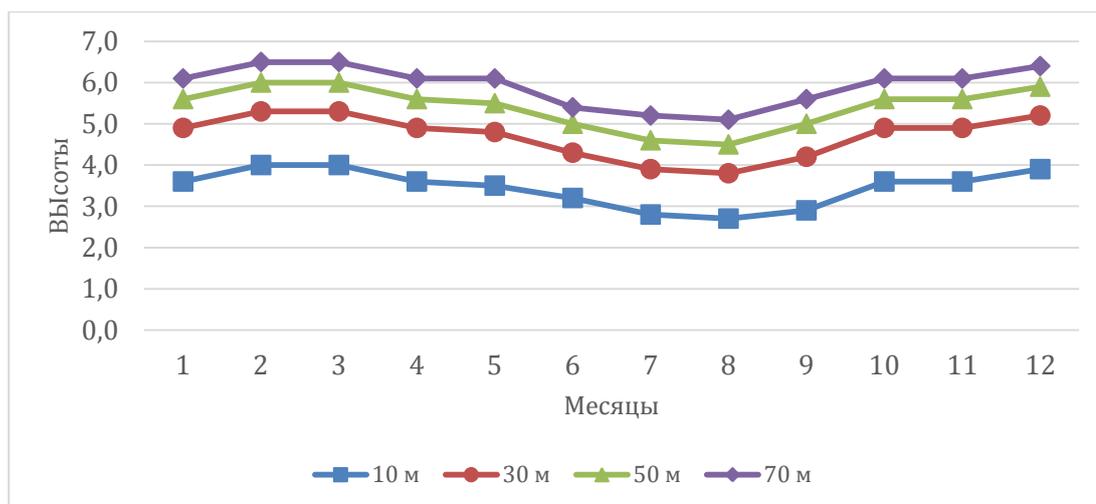


Рисунок 4.2 – Годовой ход средней скорости ветра (м/с) на станции Кузнецк ж.д. (составлено автором)

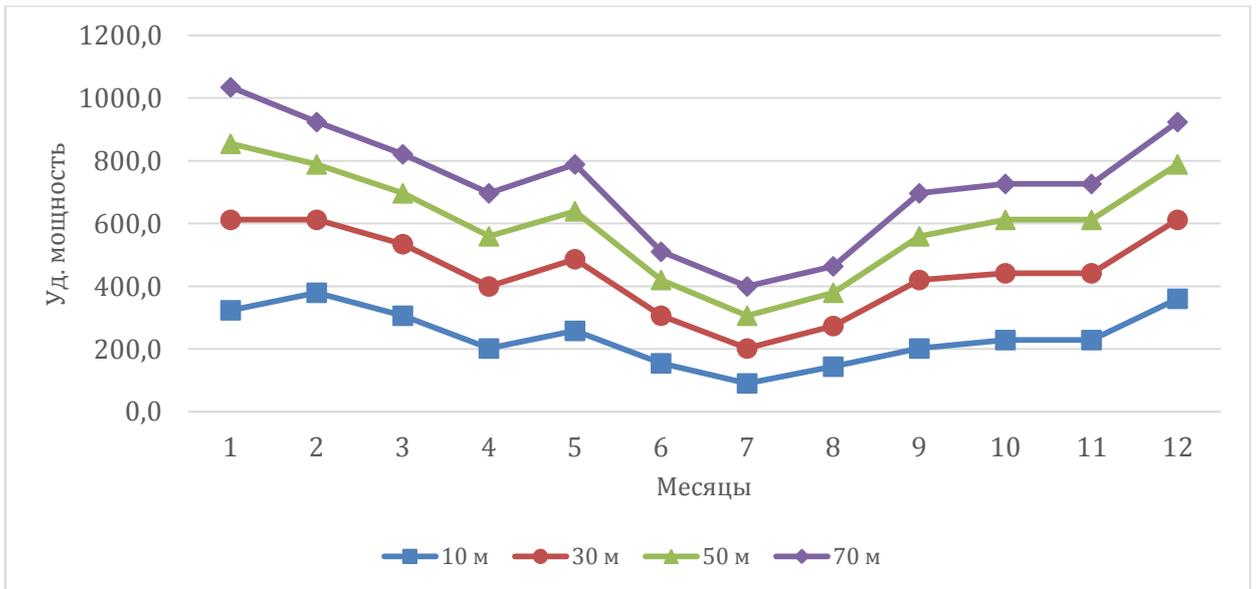


Рисунок 4.3 - Удельная мощность на высотах на станции Пачелма
(составлено автором)

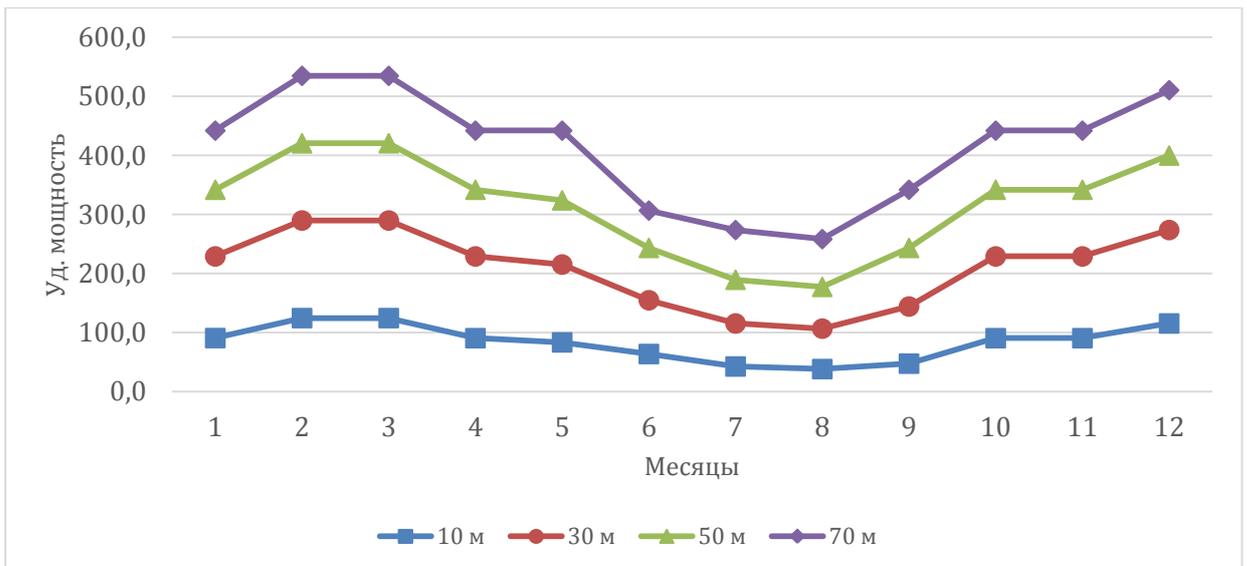


Рисунок 4.4 - Удельная мощность на высотах на станции Кузнецк ж.д.
(составлено автором)

В общем максимальное значение мощности приходится на зимние месяцы, затем идет спад на летний период, а к зиме мощность вновь возрастает. Все это обусловлено прогревом подстилающей поверхности. Все это наглядно видно в графиках. Графики были построены по двум станциям.

Для нахождения рабочих скоростей ветра воспользуемся установленным нами обобщенным законом распределения. Известно, что стартовая скорость ветра, при которой у ВЭУ начинает вращаться ветроколесо, для многих из них ВЭУ составляет примерно 3 м/с, поэтому продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p будет равна

$$t_p = T \exp \left[-0,88 \left(\frac{3}{v} \right)^{1,37} \right], \quad (1)$$

где T – период, ч (год – 8760, полугодие – 4380, месяц – 720 часов и т.д.).

Для расчёта продолжительности диапазонов рабочих скоростей t_p за один месяц был взят период T равный 720 часам, а для расчета за год период равный 8760 часам. Данные о скорости ветра взяты из метеорологического справочника по климату.

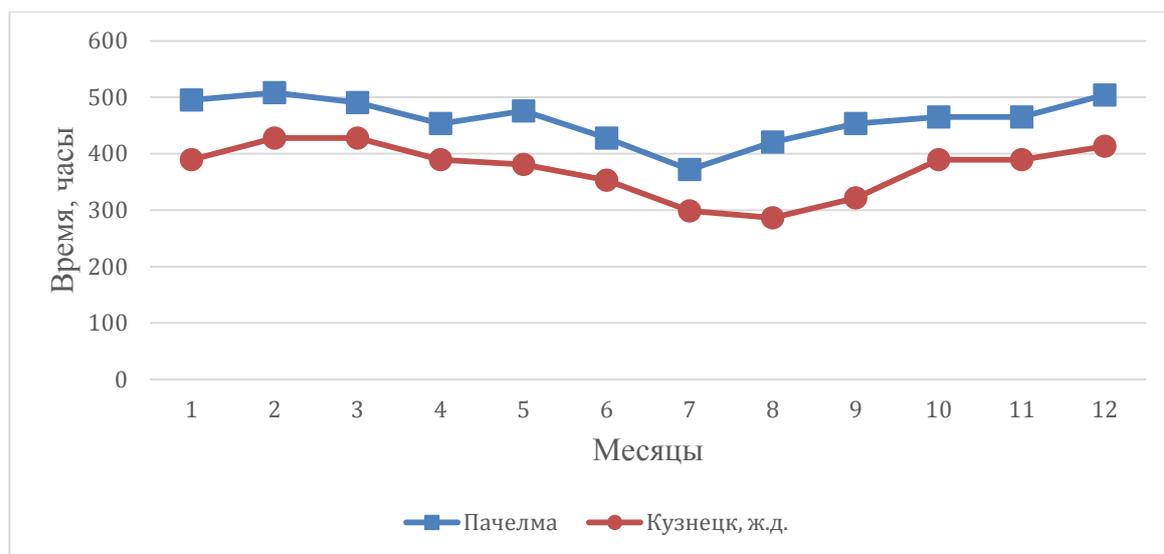


Рисунок 5.1 – Продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p (часов) на станциях Пачелма и Кузнецк, ж.д. (составлено автором)

Максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p оказалась на станции Пачелма и составила 5658,3 часов в год, а минимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей t_p на станции Кузнецк, ж.д. длительностью 4635,0 часов в год.

Суммарная длительность простоев или энергетических затиший ВЭУ t_{Π} равна:

$$t_{\Pi} = T - t_p. \quad (2)$$

Суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ t_{Π} (часов) на станции Пачелма составила 3101,7 часов в год, а на станции Кузнецк, ж.д 4125,0 часов в год.

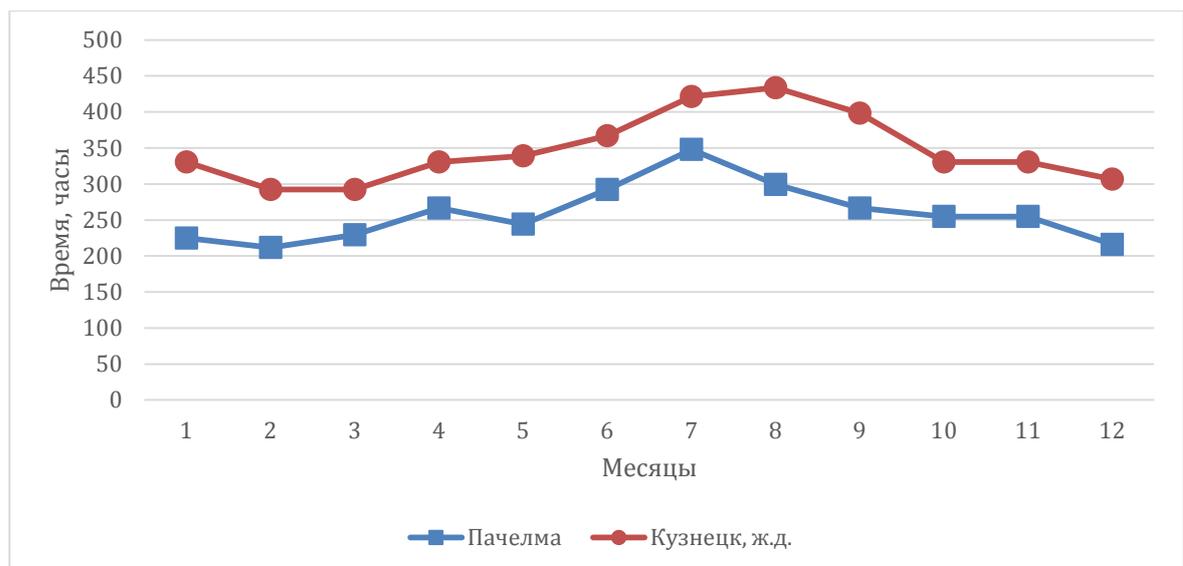


Рисунок 5.2 – Суммарная длительность энергетических затиший или простоев ВЭУ t_{Π} (часов) на станциях Пачелма и Кузнецк, ж.д.(составлено автором)

Суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ t_n (часов) на станции Пачелма составила 3101,7 часов в год, а на станции Кузнецк, ж.д 4125,0 часов в год.

Простейшим общепринятым в климатологии показателем временного режима является средняя непрерывная длительность периода со скоростью равной или выше (ниже) заданной ($\tau[v > v_0]$). Расчёты её по непосредственным данным наблюдений (расположенным в хронологическом порядке) весьма затруднительны, поэтому для данной цели предложена достаточно надёжная статистическая зависимость вида:

$$T(v > 3), \text{ ч} = 32,2 + 1,01 \cdot v - 1,1 \cdot P(v > 3) - 0,023 \cdot v^2 + 0,0109 \cdot P(v > 3)^2. \quad (3)$$

Средняя непрерывная длительность периода со скоростью выше 3 м/с на станции Пачелма равна 35,97 часа в год, а на станции Кузнецк, ж.д она составила 35,13 часа в год.

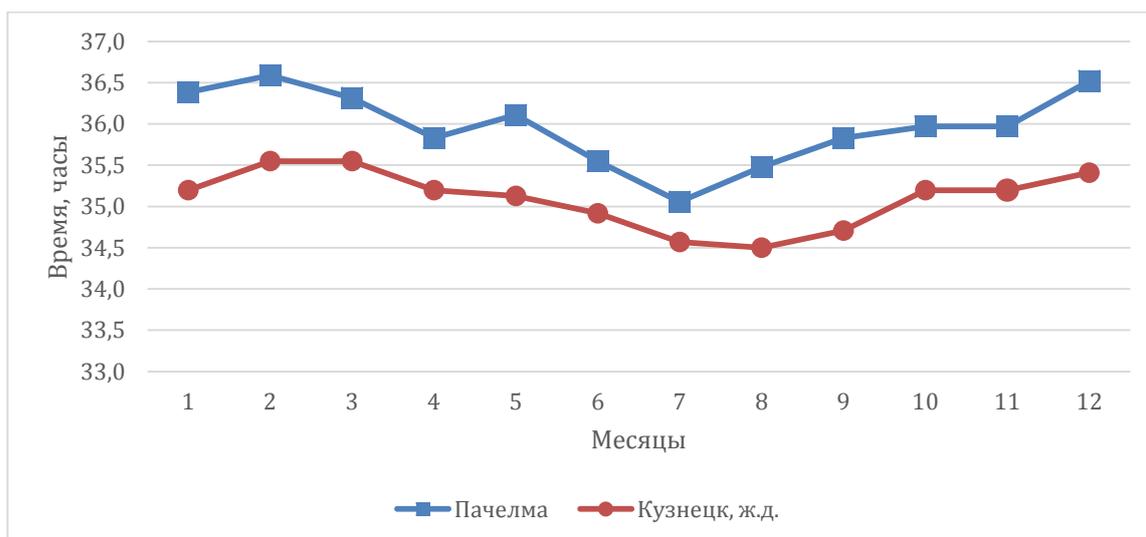


Рисунок 5.3 – Средняя непрерывная длительность периода со скоростью выше 3 м/с (часов) (составлено автором)

Для расчёта средней непрерывной длительности простоев ВЭУ использовалась полученная А.Д. Дробышевым аналитическая зависимость:

$$T(v > 3), \text{ ч} = \tau(v > 3) - [100 - P(v > 3)] / P(v > 3). \quad (4)$$

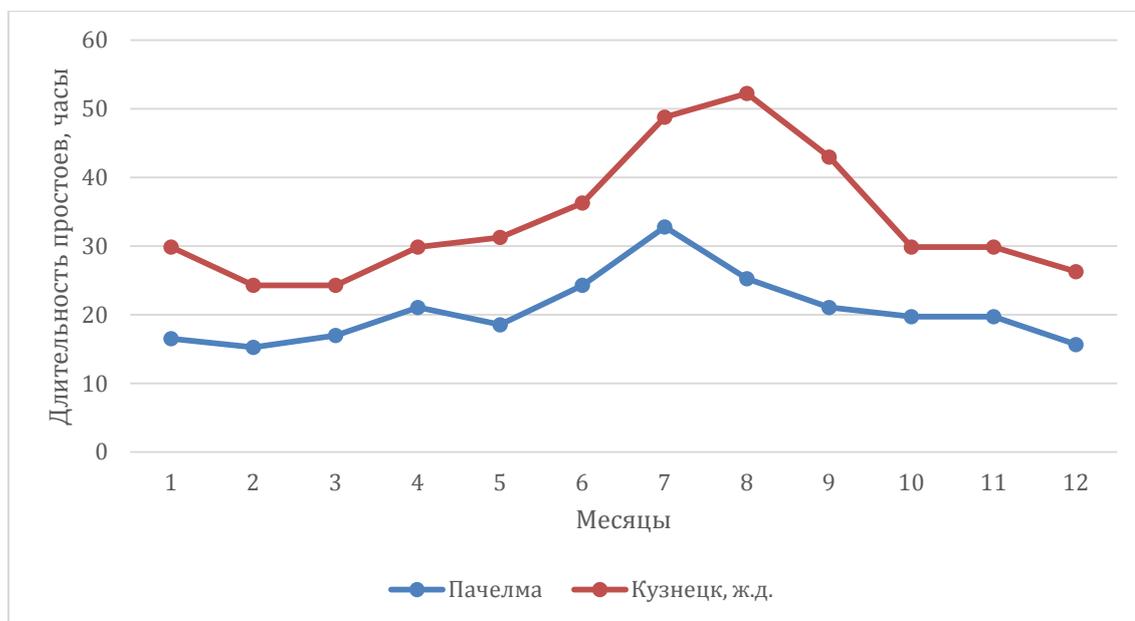


Рисунок 5.4 – Средняя непрерывная длительность простоя ВЭУ (часов)
(составлено автором)

Значение средней непрерывной длительности простоев или затиший ВЭУ оказалось максимальным на станции Кузнецк, ж.д. и составило 31,26 часов в год, а минимальным на станции Пачелма и составило 19,72 часа в год [3].

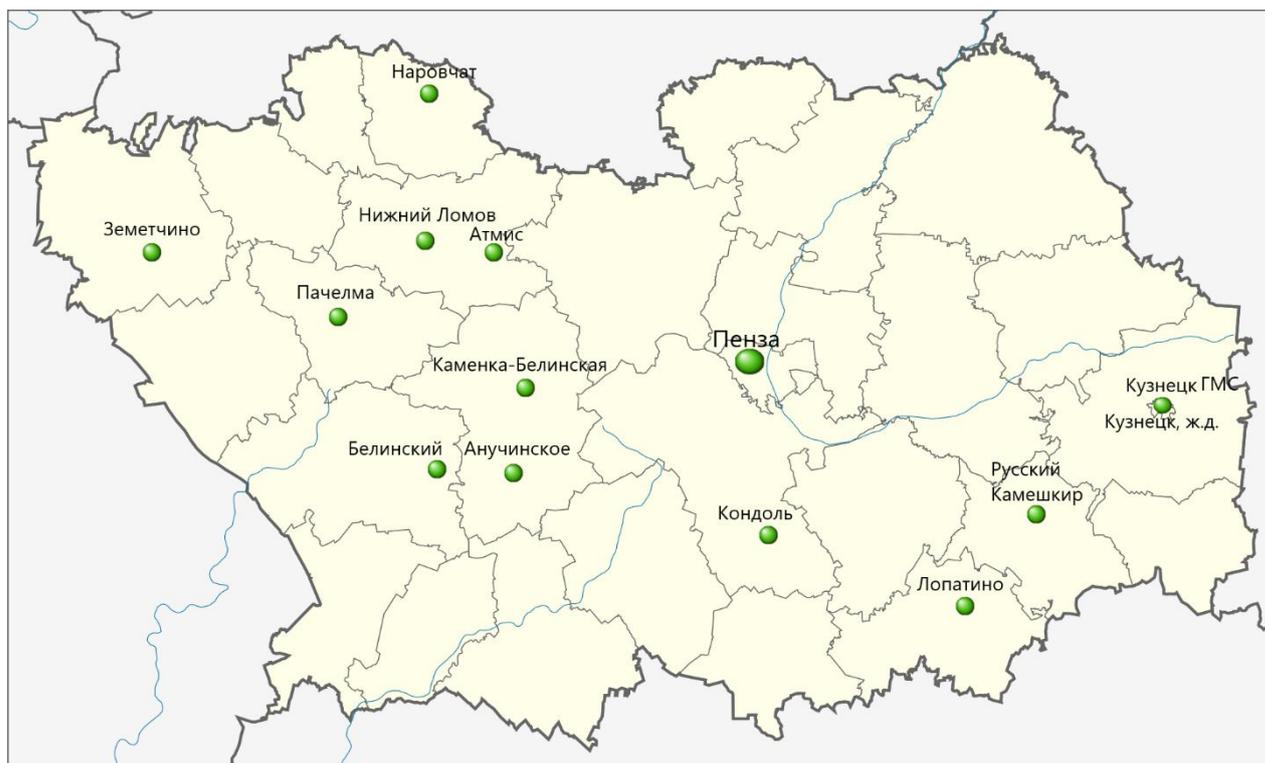


Рисунок 5.5 – Карта Пензенской области с выделенными станциями (составлено автором)

Заключение. С каждым годом у человека всё больше растёт потребность в энергии. Она нужна для производства, быта, транспорта и т.д. Для человечества наиболее характерным остаётся получение энергии из сжигания ископаемого топлива: нефти, газа, угля. Сжигание не возобновляемого топлива истощает природные ресурсы и не лучшим образом сказывается на окружающей среде. Поэтому на данный момент наиболее актуальным является использование возобновляемых источников энергии, особенно энергии ветра. Несмотря на относительно большую стоимость по сравнению с не возобновляемыми источниками энергии, развитие этих видов энергетики поможет нам хотя бы на время отложить изменение климата.

Что касается рассматриваемой области, то у данной территории есть большой потенциал для размещения ВЭУ. В ходе исследования выяснилось, что на станции Пачелма, среднегодовое значение ветрового потока составило более 500 МВт/м^2 .

Также мы рассчитали максимальную продолжительность диапазонов рабочих скоростей и выяснили, что максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей оказалась на станции Пачелма составила 5658,3 часов в год, а минимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей на станции Кузнецк ж.д. равна 4635,0 часов в год.

В дополнение к этим данным была рассчитана суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ для каждой станции в области.

Максимальная суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ оказалась на станции Пачелма и составила 3101,7 часов в год, а минимальная на станции Кузнецк ж.д. длительностью 4125,0 часов в год.

В ходе исследования мы выяснили, что в Пензенской области есть подходящие станции для строительства ВЭУ. Наилучшим вариантом для их размещения является станция Пачелма, так как там оказались максимальные по своей величине среднегодовое значение ветрового потока, максимальная продолжительность диапазонов рабочих скоростей, а также суммарная длительность энергетических простоев или затиший ВЭУ на данной станции оказалась минимальной по сравнению с другими станциями.

На основе рассчитанных данных можно сделать вывод о том, что Пензенская область имеет высокую перспективу для установки ВЭУ. Станция Пачелма является лучшим вариантом для размещения ветроустановок. Все это дает полную уверенность в том, что ветроэнергетика в общем является перспективным видом альтернативной энергии на данной территории.