



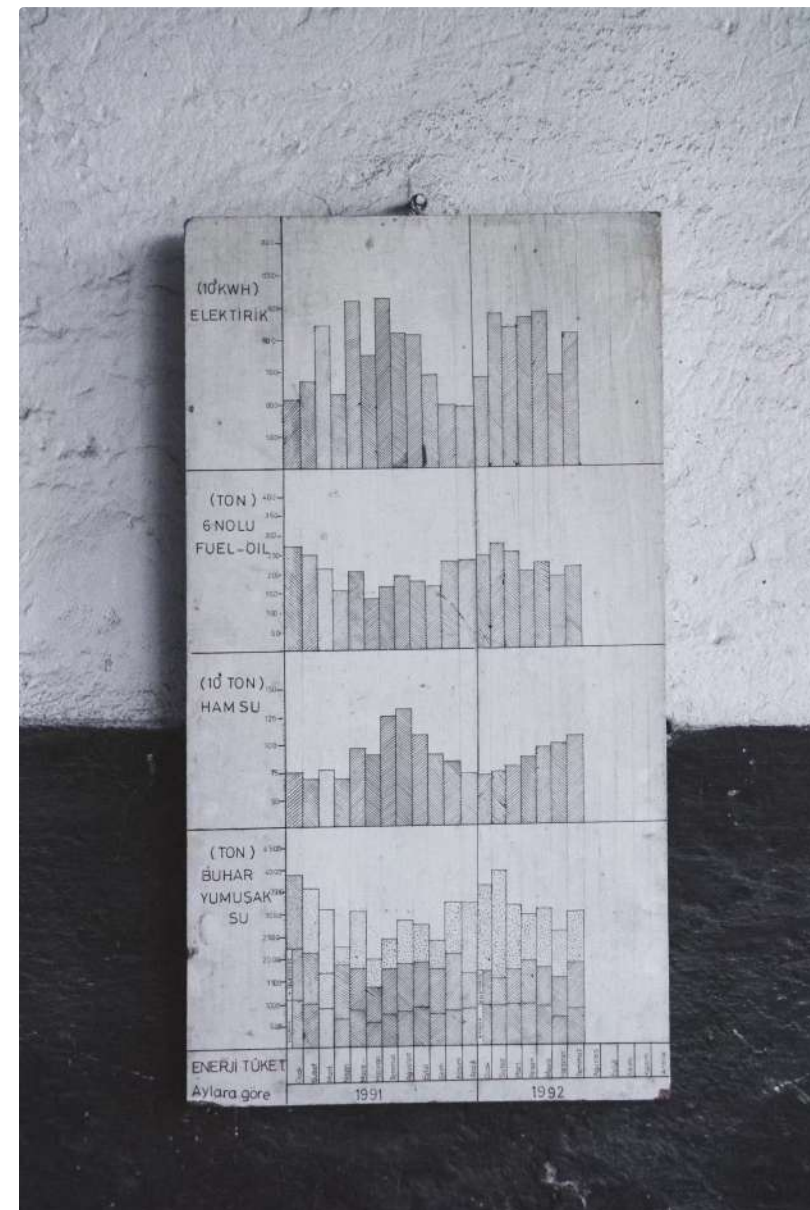
Основы аэродинамики ветротурбин

Лекция 7: Сила и направление ветра. Влияние силы трения на ветер.
Местные ветры

Шкала Бофорта

Система оценки силы ветра через наблюдения за его воздействием на объекты — деревья, здания, водные поверхности. Число Бофорта (0–12) соответствует скорости ветра.

- На суше оценивают по движению деревьев, пыли, облаков
- Скорость измеряется в м/сек, км/час, баллах или узлах
- 1 узел = 0,5 м/сек



Классификация силы ветра

01

Штиль (0 баллов)

0-0,2 м/сек — безветрие, зеркальное море

03

Слабый (3 балла)

3,4-5,4 м/сек — хорошо выраженные волны, гребни образуют пену

05

Свежий (5 баллов)

8-10,7 м/сек — большие волны, образуется водяная пыль

02

Тихий (1-2 балла)

0,3-3,3 м/сек — легкий ветер, короткие волны

04

Умеренный (4 балла)

5,5-7,9 м/сек — длинные волны во многих местах

06

Сильный (6 баллов)

10,8-13,8 м/сек — крупные волны, белые пенистые гребни

Экстремальные значения

22

Антарктида

Наибольшая средняя
годовая скорость
ветра (м/сек) на
побережье

44

Суточная
скорость

Средняя суточная
скорость в
Антарктиде (м/сек)

90

Максимум

Скорость ветра в
отдельные моменты
(м/сек)



Сила и направление ветра

Сила ветра

Давление движущегося воздуха на предметы, измеряется в кг/м².

Формула: $P = 0,25V^2$

Зависит от скорости и плотности воздуха

Направление ветра

Сторона света, откуда дует ветер.

Указывается точкой горизонта или азимутом направления

8 основных + 8 промежуточных румбов

Роза ветров

Диаграмма повторяемости направлений ветра за месяц или год

Используется для анализа результатов наблюдений



Геострофический и градиентный ветер

Геострофический ветер

Дует вдоль изобар на высоте более 1000 м без трения. Уравновешивает силу барического градиента и силу Кориолиса.

- В северном полушарии: низкое давление слева
- В южном полушарии: низкое давление справа
- Скорость пропорциональна барическому градиенту

Градиентный ветер

Дует по криволинейным изобарам с учетом центробежной силы.

- В циклоне: против часовой стрелки (СП)
- В антициклоне: по часовой стрелке (СП)
- В южном полушарии направления противоположные

Влияние силы трения



Замедление движения

Над сушей скорость уменьшается вдвое, над морем — на треть от геострофической



Изменение направления

Над морем отклонение $10-20^\circ$, над сушей $40-50^\circ$ от градиентного направления



Конвергенция и дивергенция

В циклоне воздух сходится к центру, в антициклоне расходится к периферии

❏ **Закон Бэйс-Балло:** Встаньте спиной к ветру — низкое давление окажется слева и впереди, высокое — справа и сзади

Местные ветры мира

Бора

Холодный ветер, переваливающий через горы. Адриатическая, новороссийская, новоземельская

Фён

Теплый сухой ветер на подветренных склонах гор. Гармсиль, чинук

Мистраль

Сильный холодный северо-западный ветер в долине Роны, Франция

Сирокко

Теплый южный ветер в Средиземноморье, влажный или с песчаной пылью

Тайфун

Тропические циклоны штормовой силы на Дальнем Востоке, летом и осенью

Торнадо

Атмосферный вихрь с вертикальной осью, скорость 50-100 м/сек. Особенно часты в США

Практическое значение

Планирование территории

Знание режима ветра необходимо при планировании использования территории и борьбы с негативными последствиями

Борьба с эрозией

Предотвращение ветровой эрозии почв, защита от антропогенного загрязнения в городах

Морская безопасность

Прогнозирование штормов и обеспечение безопасности мореплавания

Ветроэнергетика

Использование ветра для выработки электроэнергии, особенно в районах с неразвитой инфраструктурой



Контрольные вопросы и список литературы

Контрольные вопросы

- Как оценивается сила ветра по шкале Бофорта и какие параметры используются для этого?
 - Объясните ключевые различия между геострофическим и градиентным ветром. В каких условиях каждый из них формируется?
 - Какое влияние оказывает сила трения на скорость и направление ветра в приземном слое?
 - Приведите примеры трех местных ветров, упомянутых в лекции, и опишите их характерные особенности.
 - В чем заключается практическое значение изучения силы и направления ветра для планирования территорий и развития ветроэнергетики?
-

Список рекомендуемой литературы

- Хромов С.П., Петросянц М.А. *Метеорология и климатология*. – М.: Изд-во МГУ, 2012.
- Твайделл Дж., Уэйр А. *Возобновляемые источники энергии: Учебное пособие*. – М.: Энергоатомиздат, 2004.
- Матвеев Л.Т. *Курс общей метеорологии. Физика атмосферы*. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
- Горшков Н.Н., Ветряные электрические станции. *Теория и практика*. – М.: Энергоатомиздат, 2010.

Для более глубокого изучения темы рекомендуется ознакомиться с представленными источниками.