



Оснoвы аэродинамик и ветротурбин

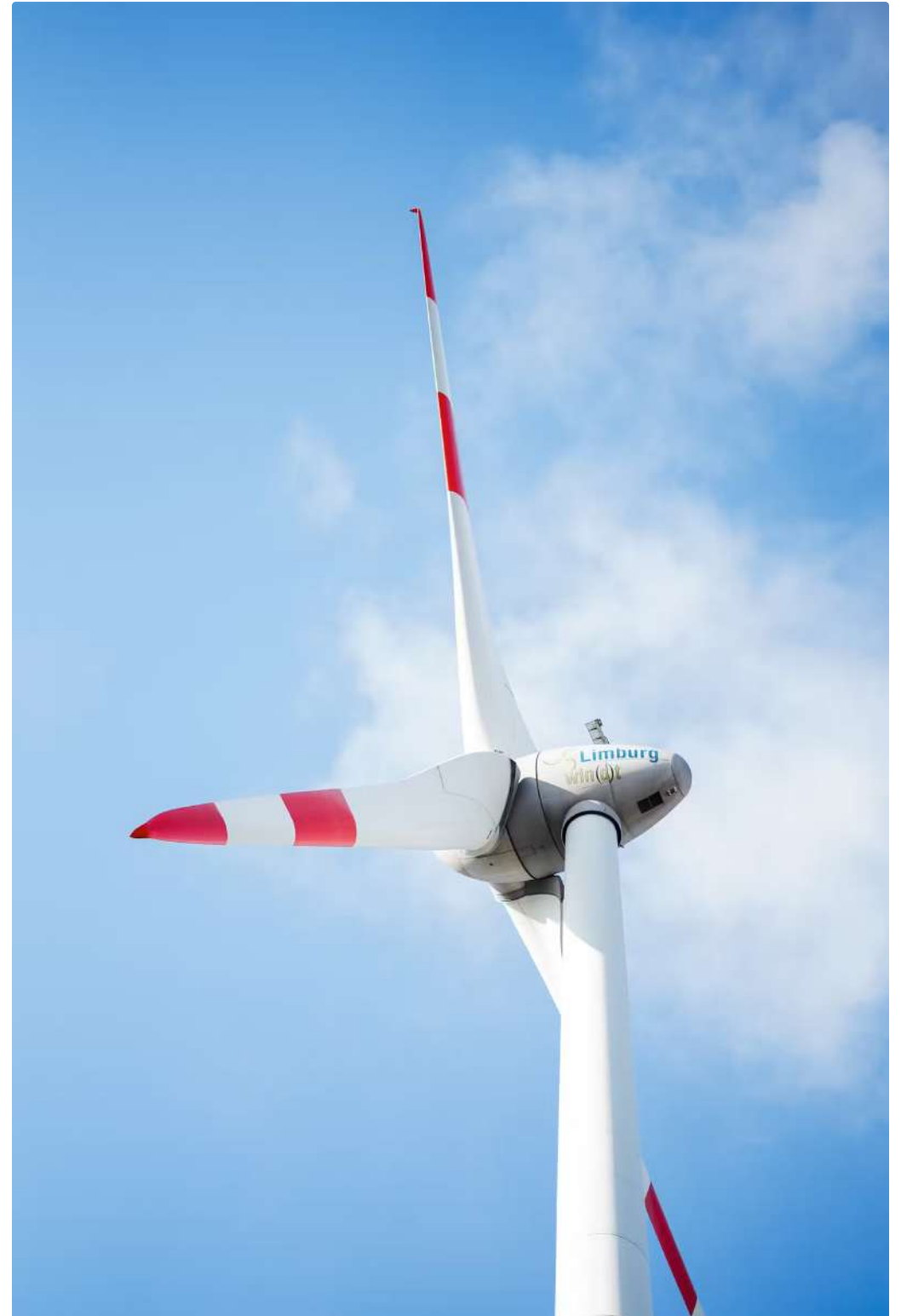
Лектор: Байжұма Жандос Ескендірұлы

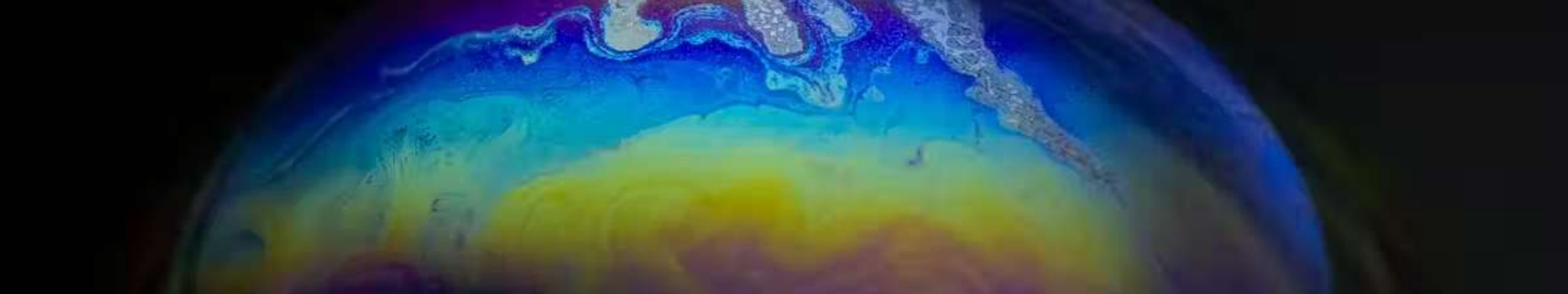
Email: zhandos.baizhuma@kaznu.edu.kz

Энергия ветра и её использование

Цель курса

Изучить происхождение ветра как природного явления, глобальные ветровые зоны Земли и современные технологии использования энергии ветра в мировом энергетическом балансе.





Физическая природа ветра



Солнечное излучение

Неравномерное нагревание земной поверхности создаёт разницу температур и давления



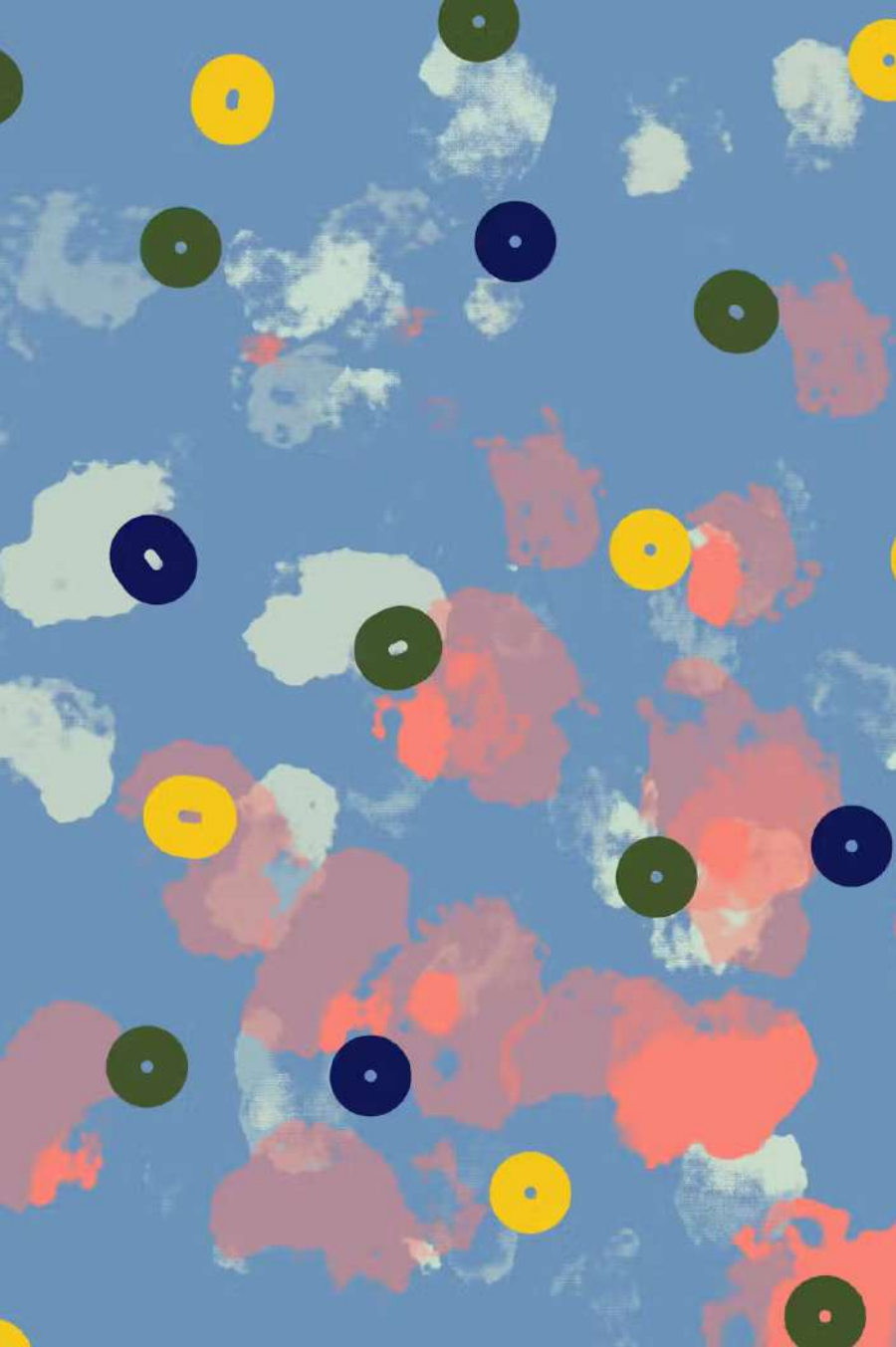
Вращение Земли

Отклоняет воздушные течения и формирует глобальные ветровые системы



Рельеф местности

Суша, океаны, горы и леса создают различия в нагреве поверхности



Глобальные ветровые зоны

01

Пассаты (0–30° широты)

Постоянные восточные ветры в тропических широтах

02

Западные ветры (30–60°)

Умеренные широты с преобладающими западными потоками

03

Полярные ветры (выше 60°)

Восточные ветры в полярных регионах

Наиболее перспективные регионы: прибрежные зоны, горные районы, степи и океанические побережья с постоянными ветрами.

Мировые лидеры ветроэнергетики

440Г... 150ГВт 1150К...

Китай

~50% мировой
ветроэнергетики

США

Второе место в мире

Германия

Средняя мощность
ВЭС (2000 г.)

Быстрорастущие рынки: Бразилия, Вьетнам, Турция, Южная Корея.

Морская ветроэнергетика — ключевое направление (лидеры:

Великобритания, Китай, Нидерланды, Дания).



Перспективы и вызовы

Преимущества

- Экологическая чистота
- Возобновляемость ресурса
- Снижение выбросов CO₂
- Независимость от цен на топливо

Недостатки

- Непостоянство выработки
- Потребность в накопителях
- Шумовое воздействие
- Влияние на экосистемы



Гибридные системы

Ветер + солнце



Водородные технологии

Хранение энергии



Цифровое управление

Снижение себестоимости



Контрольные вопросы и литература

Контрольные вопросы

1. Опишите основные принципы аэродинамики ветровых турбин. Какие силы действуют на лопасть?
 2. Объясните различие между горизонтально-осевыми и вертикально-осевыми ветровыми турбинами с точки зрения аэродинамики.
 3. Что такое коэффициент мощности (C_p) и как он связан с пределом Бетца?
 4. Каковы основные факторы, влияющие на производительность ветровой турбины?
 5. Обсудите методы снижения шума и вибрации, вызванных аэродинамическими процессами ветровых турбин.
 6. Какие проблемы возникают при эксплуатации ветровых турбин в условиях обледенения и как они решаются?
 7. Опишите роль цифрового моделирования (CFD) в проектировании и оптимизации лопастей ветровых турбин.
 8. Каковы тенденции развития в области аэродинамики ветровых турбин для повышения их эффективности и надежности?
-

Рекомендуемая литература

- Бургуэн Р.А., Винд П.С. "Аэродинамика ветряных турбин". Издательство: Долгопрудный, 2018.
- Hau E. "Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics". Springer, 2013.
- Manwell J.F., McGowan J.G., Rogers A.L. "Wind Energy Explained: Theory, Design and Application". Wiley, 2009.
- Troen I., Petersen E.L. "European Wind Atlas". Risø National Laboratory, 1989.
- Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi "Wind Energy Handbook". Wiley, 2011.