

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Аникуев Сергей Викторович

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**Б1.В.04 Ветроэнергетические установки**

35.04.06 Агроинженерия

Традиционная и возобновляемая энергетика АПК

Инженер-энергетик агробизнеса по специализации «Энергетика АПК»

очная

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции                                                                                                | Код и наименование индикатора достижения                                                                                                                                          | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать технику на основе традиционных и возобновляемых источников энергии | ПК-2.1 Разрабатывает и рассчитывает основные параметры элементов и конструктивных особенностей энергоустановок на основе традиционных и возобновляемых источников энергии         | <b>знает</b><br>как разрабатывать и рассчитывать основные параметры элементов и конструктивных особенностей энергоустановок на основе традиционных и возобновляемых источников энергии                          |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | <b>умеет</b><br>разрабатывать и рассчитывать основные параметры элементов и конструктивных особенностей энергоустановок на основе традиционных и возобновляемых источников энергии                              |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | <b>владеет навыками</b><br>как разрабатывать и рассчитывать основные параметры элементов и конструктивных особенностей энергоустановок на основе традиционных и возобновляемых источников энергии               |
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать технику на основе традиционных и возобновляемых источников энергии | ПК-2.2 Планирует и организует, осуществляет общее руководство и контроль эксплуатации электротехнического оборудования на основе традиционных и возобновляемых источников энергии | <b>знает</b><br>как планировать и организовывать, осуществлять общее руководство и контроль эксплуатации электротехнического оборудования на основе традиционных и возобновляемых источников энергии            |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | <b>умеет</b><br>планировать и организовывать, осуществлять общее руководство и контроль эксплуатации электротехнического оборудования на основе традиционных и возобновляемых источников энергии                |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | <b>владеет навыками</b><br>как планировать и организовывать, осуществлять общее руководство и контроль эксплуатации электротехнического оборудования на основе традиционных и возобновляемых источников энергии |
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать технику на основе традиционных и возобновляемых источников энергии | ПК-2.3 Выполняет работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы электротехнического оборудования                                                                | <b>знает</b><br>как выполнять работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы электротехнического оборудования на основе возобновляемых источников энергии                                     |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                   | <b>умеет</b><br>выполнять работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы электротехнического оборудования на основе возобновляемых источников энергии                                         |

|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                               | еского оборудования на основе возобновляемых источников энергии                                                                                                                          | <b>владеет навыками</b><br>как выполнять работы по дистанционному контролю и регулированию режимов работы электротехнического оборудования на основе возобновляемых источников энергии                           |
| ПК-2 Способен разрабатывать, обслуживать и эксплуатировать технику на основе традиционных и возобновляемых источников энергии | ПК-2.4 Выполняет техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку сложного электротехнического оборудования и устройств на основе возобновляемых источников энергии | <b>знает</b><br>как выполнять техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку сложного электротехнического оборудования и устройств на основе возобновляемых источников энергии            |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                          | <b>умеет</b><br>выполнять техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку сложного электротехнического оборудования и устройств на основе возобновляемых источников энергии                |
|                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                          | <b>владеет навыками</b><br>как выполнять техническое и оперативное обслуживание, ремонт, диагностику и наладку сложного электротехнического оборудования и устройств на основе возобновляемых источников энергии |

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

| №    | Наименование раздела/темы                             | Семестр | Код индикаторов достижения компетенций | Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций |
|------|-------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1.   | 1 раздел. Ветроэнергетические установки               |         |                                        |                                                                            |
| 1.1. | Введение                                              | 3       | ПК-2.1                                 | Устный опрос                                                               |
| 1.2. | Классификация и типовые конструкции ВЭУ и их элементы | 3       | ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.1, ПК-2.4         | Устный опрос                                                               |
| 1.3. | Основы аэродинамики ветроустановок                    | 3       | ПК-2.2, ПК-2.1, ПК-2.4                 | Устный опрос                                                               |
| 1.4. | Автономные (маломощные) ВЭУ и их применение           | 3       | ПК-2.3, ПК-2.2                         | Устный опрос                                                               |
| 1.5. | ВЭУ большой мощности. Ветропарки                      | 3       | ПК-2.1, ПК-2.4                         | Устный опрос                                                               |
| 1.6. | Основы проектирования ветропарков                     | 3       | ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4         | Устный опрос                                                               |
|      | Промежуточная аттестация                              |         |                                        | Эк                                                                         |

### 3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

| № п/п                    | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                                                                                                                                   | Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы) |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Текущий контроль         |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |
| Для оценки знаний        |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |
| 1                        | Устный опрос                     | Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала. | Перечень вопросов для устного опроса                            |
| Для оценки умений        |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |
| Для оценки навыков       |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |
| Промежуточная аттестация |                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                 |
| 2                        | Экзамен                          | Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.             | Комплект экзаменационных билетов                                |

### 4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Ветроэнергетические установки"

#### *Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости*

Вопросы к итоговой аттестации.

1. Дайте определение ветроэнергетическим установкам и укажите их классификацию.
2. Назовите основные элементы ветроэнергетической установки и объясните их назначение.
3. Перечислите преимущества и недостатки использования ветроэнергетики.
4. Какие физические законы лежат в основе работы ветроэнергетических установок?
5. Что означает коэффициент использования ветра и как он измеряется?
6. Опишите механизм преобразования кинетической энергии ветра в механическую энергию вращения ротора.
7. Какие типы ветродвигателей известны, и в чем состоят их конструктивные различия?

8. Какова роль геометрии лопастей в повышении эффективности ветроустановок?
9. Какие материалы используют для изготовления лопастей ветроустановок и почему именно они предпочтительны?
10. Опишите конструкцию горизонтально-осевой и вертикально-осевой ветроэнергетической установки.
11. От чего зависят выходная мощность и производительность ветроэнергетической установки?
12. Как вычисляется номинальная мощность ветроустановки?
13. Что такое средняя плотность потока энергии ветра и как она связана с производительностью ветроустановки?
14. Объясните, каким образом увеличивается производительность ветроэнергетических установок с увеличением диаметра ротора.
15. Как оценивают качество ветрового ресурса в конкретной географической зоне?
16. Перечислите этапы выбора места для установки ветроэнергетической установки.
17. Какие процедуры выполняются при монтаже и пусконаладочных работах ветроустановки?
18. Назовите основные неисправности, характерные для ветроэнергетических установок, и методы их устранения.
19. Опишите правила безопасной эксплуатации ветроэнергетических установок.
20. Как осуществляется мониторинг состояния и работа ветроэнергетической установки?
21. Какие исходные данные необходимы для расчёта и проектирования ветроэнергетической установки?
22. Опишите процесс расчёта основных размеров и конфигурации ветроэнергетической установки.
23. Как выбирают высоту мачты и ориентацию оси вращения ветроустановки?
24. Как рассчитывается необходимая прочность конструкции ветроэнергетической установки?
25. Опишите порядок расчёта годовых объёмов выработки электроэнергии для ветроустановки.
26. Как обеспечивается интеграция ветроэнергетических установок в существующую инфраструктуру электрических сетей?
27. Что представляют собой проблемы синхронизации переменного тока, вырабатываемого ветроустановками, с сетевыми параметрами?
28. Опишите методы стабилизации и балансировки нагрузок при подключении ветроэнергетических установок к сети.
29. Как регулируется частота и напряжение в системах с высоким уровнем проникновения ветроэнергетики?
30. Какие подходы применяют для уменьшения отрицательного эффекта волатильности ветроэнергетических установок на стабильность сети?
31. Каковы экологические преимущества использования ветроэнергетики?
32. Какие экологические проблемы связаны с применением ветроэнергетических установок?
33. Какие меры принимаются для минимизации негативного воздействия ветроустановок на птичий мир?
34. Опишите влияние акустического загрязнения от ветроустановок и методы борьбы с ним.
35. Насколько существенно визуальное воздействие ветроустановок на ландшафт и как оно решается?
36. Какие социально-экономические выгоды приносит массовое внедрение ветроэнергетики?
37. Какова структура затрат на создание и эксплуатацию ветроэнергетических установок?
38. Какие существуют экономические стимулы для расширения использования ветроэнергетики?
39. Сколько времени занимает окупаемость ветроэнергетических установок различного масштаба?
40. Перечислите налоговые льготы и преференции, доступные операторам

ветроэнергетических установок.

41. Где находятся крупнейшие ветрофермы мира и какими характеристиками они обладают?
42. Как развивается отрасль ветроэнергетики в России и странах СНГ?
43. Какие новейшие технологии разрабатываются для увеличения эффективности ветроэнергетических установок?
44. Какие трудности стоят на пути дальнейшего развития ветроэнергетики?
45. Каково ваше видение будущего ветроэнергетики в глобальном масштабе?
46. Какие нормативно-правовые акты регулируют деятельность ветроэнергетических компаний в России?
47. Какие международные соглашения касаются использования и развития ветроэнергетики?
48. Кто является основными участниками рынка ветроэнергетики и каковы их роли?
49. Какие лицензированные органы занимаются контролем качества ветроэнергетических установок?
50. Опишите порядок согласования строительства ветроэнергетической установки с государственными органами.

***Примерные оценочные материалы  
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)  
по итогам освоения дисциплины (модуля)***

1. Теория и базовые понятия

1. Дайте определение термина «ветровая энергия» и перечислите основные типы ветроэнергетических установок.
2. Опишите устройство горизонтально-осевых и вертикально-осевых ветродвигателей, отметьте их отличия.
3. Объясните физический смысл закона Бетацеля и расскажите, почему максимальная теоретически достижимая скорость вращения ротора ограничена.
4. Перечислите основные составляющие аэродинамического профиля лопастей ветроагрегатов и дайте характеристику каждой составляющей.
5. Нарисуйте схематично устройство классического ветроколеса с горизонтальным валом и обозначьте его компоненты.

---

2. Ветроэнергетика и климат

6. Опишите закономерности движения воздушных масс и причины возникновения ветра.
7. Объясните зависимость средней мощности ветра от высоты над поверхностью земли и проведите необходимые расчёты.
8. Сформулируйте закон квадратичной зависимости мощности ветра от скорости ветра и покажите, как это применяется на практике.
9. Оцените среднестатистическую годовую мощность ветра в регионе вашего проживания, основываясь на карте ветров.
10. Перечислите международные стандарты и методики оценки потенциала территории для размещения ветроферм.

---

3. Конструкция и проектирование

11. Приведите формулы для расчёта силы давления ветра на поверхность и опишите, как эта сила зависит от формы профилей лопастей.
12. Рассчитайте длину одной лопасти ветроустановки мощностью 2 МВт, предположив среднюю рабочую скорость ветра 10 м/с.
13. Определите общий диаметр ветроколеса, зная необходимую скорость кончика лопасти и частоту оборотов ротора.
14. Выполните расчёт критической частоты колебаний крыла ветроустановки и сделайте вывод о вероятности появления резонансных явлений.
15. Приведите пример расчёта напряжения растяжения материала лопасти при известных параметрах длины и толщины.

---

#### 4. Эксплуатация и безопасность

16. Назовите три главных фактора, определяющих надежность и долговечность ветроэнергетических установок.
17. Перечислите шаги по проведению регламентных профилактических мероприятий на ветроэнергетической установке.
18. Оцените степень шумового воздействия крупной ветрофермы на близлежащие населённые пункты.
19. Выполните проверку соответствия выбранных габаритов фундамента требованиям прочности и стабильности конструкции ветроустановки.
20. Составьте инструкцию по технике безопасности при обслуживании и ремонте ветроэнергетической установки.

---

#### 5. Экология и окружающая среда

21. Перечислите негативные экологические эффекты, вызванные строительством больших ветроферм.
22. Докажите важность учета экологических факторов при размещении крупных ветроэнергоустановок.
23. Оцените воздействие шума и вибрации ветроустановок на флору и фауну окружающей среды.
24. Рассчитайте выброс углекислого газа, предотвращенный благодаря замене традиционной угольной электростанции на крупную ветроферму.
25. Проведите исследование по сравнению эколого-экономических эффектов традиционных источников энергии и ветроэнергетики.

---

#### 6. Экономика и маркетинг

26. Выполните финансовый расчёт экономической эффективности ветрофермы мощностью 50 МВт.
27. Опишите порядок учёта природоохранных мер при составлении бизнес-плана крупного ветроэнергетического проекта.
28. Рассчитайте амортизационную нагрузку ветрофермы, основанную на первоначальной стоимости оборудования и планируемом сроке эксплуатации.
29. Опишите механизмы государственной поддержки развития ветроэнергетики в вашей стране.
30. Оцените перспективы международного сотрудничества в области ветроэнергетики и возможные выгоды для отечественной промышленности.

***Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)***