

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)**

**Б1.О.11 Проектирование систем энергосбережения объектов  
сельскохозяйственного назначения**

**35.04.06 Агроинженерия**

Традиционная и возобновляемая энергетика АПК

магистр

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
<p>ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;</p>	<p>ОПК-4.1 Выбирает стандартные и разрабатывает частные методики проведения экспериментов и испытаний, анализирует достоверность полученных результатов; готовит отчетные документы</p>	<p><b>знает</b> методы анализа научных данных, методов и средств планирования и организации исследований и разработок</p>
		<p><b>умеет</b> разрабатывать планы и методические программы проведения исследований и разработок</p>
		<p><b>владеет навыками</b> навыками осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок</p>
<p>ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;</p>	<p>ОПК-4.2 Владеет методами сравнения результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами; навыками работы на исследовательском оборудовании</p>	<p><b>знает</b> методы сравнения результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами</p>
		<p><b>умеет</b> осуществлять сбор и изучение научно-технической информации по теме исследований и разработок</p>
		<p><b>владеет навыками</b> навыками работы на исследовательском оборудовании</p>
<p>ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;</p>	<p>ОПК-4.3 Проводит научные исследования, анализирует результаты и готовит отчетные документы</p>	<p><b>знает</b> порядок проведения и оформления результатов научного исследования</p>
		<p><b>умеет</b> Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>
		<p><b>владеет навыками</b> навыками деятельности, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</p>

## 2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Нормативно-правовая база энергосбережения			
1.1.	Современное состояние и нормативно-правовая база энергосбережения.	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Устный опрос, Тренажер, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи
1.2.	Современные техника и технология сбора информации по расходованию энергоресурсов	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи, Устный опрос, Тренажер
1.3.	Контрольная точка 1	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Устный опрос, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи, Тренажер
2.	2 раздел. Энергосбережение в различных отраслях производства			
2.1.	Энергосбережение при эксплуатации мобильных агрегатов	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Устный опрос, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи, Тренажер
2.2.	Энергосбережение при заготовке кормов, предварительной обработке и хранения с.х. продукции	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Тренажер, Устный опрос, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи
2.3.	Энергосбережение в животноводстве	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи, Устный опрос, Тренажер
2.4.	Контрольная точка 2	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	Устный опрос, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи, Тренажер
3.	3 раздел. Итоговая аттестация			
3.1.	Экзамен по всем темам	2	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3	
	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)
<b>Текущий контроль</b>			
<b>Для оценки знаний</b>			
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
<b>Для оценки умений</b>			
2	Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи	Задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни	Комплект практико-ориентированных и ситуационных задач
<b>Для оценки навыков</b>			
3	Тренажер	Техническое средство, которое может быть использовано для контроля приобретенных студентом профессиональных навыков и умений по управлению конкретным материальным объектом.	Комплект заданий для работы на тренажере
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	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) "Проектирование систем энергосбережения объектов сельскохозяйственного назначения"**

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

Оценочные материалы для устного опроса текущего контроля успеваемости дисциплины (в т.ч. контрольной точки)

1. Охарактеризуйте основные принципы энергосбережения применительно к объектам сельскохозяйственного назначения. Приведите 3–4 конкретных примера их реализации.
2. Перечислите ключевые нормативно-правовые акты РФ (федеральные законы, постановления, ГОСТы, СП), регулирующие вопросы энергосбережения в сельском хозяйстве. Кратко раскройте роль одного из них.
3. Дайте определение энергоэффективности и энергоаудита. Опишите этапы проведения энергоаудита сельскохозяйственного предприятия и его конечную цель.
4. Назовите основные виды энергоресурсов, потребляемые на типичной животноводческой ферме. Укажите доли (в %) и направления их использования (отопление, освещение, вентиляция, водоснабжение и т.д.).
5. Какие показатели (удельные нормы) используются для оценки энергоэффективности сельскохозяйственных зданий и сооружений? Приведите формулы расчёта хотя бы двух таких показателей.
6. Опишите методы выявления нерационального энергопотребления на примере тепличного комплекса. Какие инструменты и приборы применяются при этом?
7. Перечислите основные типы систем отопления, применяемые в сельскохозяйственных помещениях (животноводческие фермы, теплицы, хранилища). Сравните их по энергоэффективности и экономической целесообразности.
8. Каковы преимущества и недостатки использования возобновляемых источников энергии (солнечные коллекторы, тепловые насосы, биогазовые установки) на сельскохозяйственных объектах? Приведите пример успешной реализации одной из технологий.
9. Объясните принцип работы и область применения частотно-регулируемых приводов (ЧРП) в системах вентиляции и водоснабжения сельскохозяйственных предприятий. Оцените потенциальную экономию электроэнергии при их внедрении.
10. Изложите последовательность этапов проектирования системы энергосбережения для нового животноводческого комплекса. Какие исходные данные необходимы на каждом этапе?
11. Как рассчитывается экономическая эффективность внедрения энергосберегающих мероприятий (на примере замены ламп накаливания на светодиодные в птичнике)? Перечислите все необходимые исходные данные и приведите формулу расчёта срока окупаемости.
12. Предложите комплекс энергосберегающих мероприятий для модернизации системы освещения в зернохранилище объёмом 1000 м<sup>3</sup>. Обоснуйте выбор оборудования и рассчитайте ориентировочную экономию электроэнергии.
13. Опишите особенности проектирования системы вентиляции с рекуперацией тепла для свиноводческой фермы. Какие параметры необходимо учитывать при выборе рекуператора?
14. Какие организационные меры (не связанные с заменой оборудования) могут существенно снизить энергопотребление на сельскохозяйственном предприятии? Приведите 3–5 конкретных примеров с кратким пояснением механизма экономии.

Практико-ориентированные задачи (в т.ч. контрольной точки):

1. Рассчитайте годовое потребление электроэнергии птичником на 10 000 голов, если: освещение — 50 светодиодных ламп по 20 Вт, работают 16 ч/сут; вентиляция — 4 вентилятора мощностью 1,5 кВт, работают 8 ч/сут; обогрев — ТЭНы общей мощностью 30 кВт, работают 6 ч/сут. Тариф: 5,2 руб./кВт·ч. Определите годовые затраты на электроэнергию.
2. Выполните расчёт теплопотерь через ограждающие конструкции коровника размерами 30×12×4 м. Исходные данные: температура внутри: +14 °С; наружная температура: –28 °С; стены — кирпич 510 мм ( $\lambda=0,7$  Вт/м·°С); крыша — сэндвич-панель 150 мм ( $\lambda=0,04$  Вт/м·°С); площадь окон: 20 м<sup>2</sup>,  $R_{ок}=0,6$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.
3. Определите удельную энергоёмкость производства 1 т зерна на элеваторе, если за сезон переработано 5000 т, а общее потребление электроэнергии составило 120000 кВт·ч. Сравните с нормативом 22 кВт·ч/т. Сделайте вывод об энергоэффективности объекта.
4. Рассчитайте срок окупаемости замены 100 ламп накаливания (100 Вт) на светодиодные (15 Вт) в теплице. Исходные данные: время работы: 12 ч/сут, 365 дней/год; стоимость лампы накаливания: 50 руб., светодиодной: 350 руб.; тариф: 4,8 руб./кВт·ч; затраты на монтаж: 10000 руб.
5. Оцените потенциальную экономию тепловой энергии при утеплении стен свинофермы

минеральной ватой ( $\delta=100$  мм,  $\lambda=0,045$  Вт/м $\cdot$ °С). Площадь стен: 400 м $^2$ . До утепления:  $R=1,2$  м $^2\cdot$ °С/Вт, после:  $R=3,4$  м $^2\cdot$ °С/Вт. Температура внутри: +18 °С, наружная: -20 °С. Отопление — газ (6,5 руб./м $^3$ , 9,5 кВт/м $^3$ ). Работа системы 180 дней в году.

6. Рассчитайте выработку электроэнергии солнечной электростанцией мощностью 10 кВт для фермы. Используйте данные: инсоляция: 4,5 кВт $\cdot$ ч/м $^2$ /день; КПД системы: 80%; коэффициент потерь: 0,85. Определите долю покрытия потребности птичника (задача 1) за счёт солнечной энергии.

7. Подберите частотно-регулируемый привод (ЧРП) для насоса системы водоснабжения фермы с параметрами: номинальная мощность: 7,5 кВт; напряжение: 380 В; ток: 15 А. Рассчитайте экономию электроэнергии при снижении скорости на 30% (зависимость:  $P \propto n^3$ ). Время работы: 20 ч/сут. Тариф: 4,5 руб./кВт $\cdot$ ч.

8. Рассчитайте эффективность рекуператора тепла для вентиляции коровника: расход воздуха: 10000 м $^3$ /ч; температура притока: -15 °С, вытяжки: +25 °С; КПД рекуператора: 70%. Определите экономию тепловой энергии в кВт $\cdot$ ч за месяц (30 дней) и её стоимость при тарифе 1200 руб./Гкал.

9. Оптимизируйте режим работы холодильных установок хранилища овощей: текущая работа: 24 ч/сут, мощность 15 кВт; предлагаемый режим: 16 ч/сут (ночью) + аккумуляция холода. Рассчитайте годовую экономию электроэнергии и затрат при тарифе 5,1 руб./кВт $\cdot$ ч. Учтите, что ночная зона дешевле на 30%.

10. Рассчитайте производительность биогазовой установки для свинофермы на 500 голов. Исходные данные: выход навоза: 6 кг/гол/сут; выход биогаза: 0,3 м $^3$ /кг навоза; содержание метана: 60%; теплотворная способность: 22 МДж/м $^3$ . Определите, какую долю потребности в тепле (50 кВт) может покрыть установка зимой (3 месяца).

11. Подберите мощность теплового насоса для отопления теплицы 500 м $^2$ . Исходные данные: требуемая тепловая мощность: 50 Вт/м $^2$ ; COP (коэффициент преобразования): 3,5; источник тепла — грунт ( $t=+8$  °С). Рассчитайте потребление электроэнергии и сравните с электрическим котлом.

12. Рассчитайте площадь солнечных коллекторов для горячего водоснабжения животноводческого комплекса на 100 коров. Исходные данные: расход воды: 20 л/гол/сут; нагрев: с 10 °С до 60 °С; КПД коллектора: 60%; инсоляция: 3,5 кВт $\cdot$ ч/м $^2$ /день.

13. Проведите экспресс-аудит энергопотребления фермы по данным: годовое потребление: 250000 кВт $\cdot$ ч; структура: освещение — 20%, вентиляция — 40%, отопление — 30%, прочее — 10%. Предложите 3 мероприятия по снижению потребления на 15%. Обоснуйте выбор и рассчитайте потенциальную экономию при тарифе 4,9 руб./кВт $\cdot$ ч.

14. Рассчитайте NPV (чистую приведённую стоимость) проекта установки светодиодных светильников в зернохранилище. Исходные данные: инвестиции: 200000 руб.; годовая экономия: 80000 руб.; срок службы: 7 лет; ставка дисконтирования: 10%. Сделайте вывод о целесообразности проекта.

15. Составьте план энергоаудита теплицы площадью 1000 м $^2$ . Включите: перечень оборудования для замеров (не менее 5 позиций); параметры для контроля (температура, влажность, освещённость и т.д.); график замеров (дни, время); методы обработки данных. Предложите 2–3 энергосберегающих мероприятия на основе гипотетических результатов.

Типовые вопросы для защиты отчета по лабораторной работе (в т.ч. контрольной точки):

Лабораторная работа № 1. Автоматизированная система коммерческого учета энергии (АСКУЭ).

1. В каких единицах измеряется теплота сгорания газообразного топлива?
2. Дайте определения понятиям «энергетическое обследование» и «энергоаудит».
3. Для чего вводятся понятия «условное топливо», «первичное условное топливо»?
4. Запишите в общем виде энергобаланс промышленного предприятия.
5. Зачем и каким образом осуществляется преобразование электрической энергии?

Лабораторная работа № 2. Автономная система отопления

1. Как рассчитываются потери электрической энергии в линиях электропередачи?
2. Как рассчитываются потери электроэнергии в трансформаторах?
3. Как реализуется энергосбережение в системе электропривода?
4. Как сказываются показатели качества электрической энергии на работе отдельных групп потребителей (электродвигателей, световых источников, электронного оборудования)?
5. Как снижаются потери электроэнергии при переходе на более высокое напряжение в

линиях электропередачи?

Лабораторная работа № 3. Энергетическое потребление предприятия

1. Как экономия тепловой энергии связана с экономией электрической энергии?
2. Какие виды ресурсов относятся к моторному топливу?
3. Какие мероприятия проводят в целях экономии электроэнергии в технологических процессах?
4. Какие меры применяют для экономии электроэнергии в системах освещения?
5. Какие параметры электрической энергии учитываются при оценке ее качества?

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

Вопросы к экзамену по дисциплине

Теоретический вопрос:

1. В каких единицах измеряется теплота сгорания газообразного топлива?
2. Дайте определения понятиям «энергетическое обследование» и «энергоаудит».
3. Для чего вводятся понятия «условное топливо», «первичное условное топливо»?
4. Запишите в общем виде энергобаланс промышленного предприятия.
5. Зачем и каким образом осуществляется преобразование электрической энергии?
6. Как влияет наличие реактивной составляющей электроэнергии на потери при электропередаче?
7. Как влияет характер нагрузки потребителя на качество электрической энергии?
8. Как добиваются повышения энергоэффективности при передаче электрической энергии по проводам ЛЭП и кабелям?
9. Как качество электрической энергии связано с экономией энергии и ресурсов?
10. Как осуществляется электроснабжение электропотребителей?
11. Как рассчитываются потери электрической энергии в линиях электропередачи?
12. Как рассчитываются потери электроэнергии в трансформаторах?
13. Как реализуется энергосбережение в системе электропривода?
14. Как сказываются показатели качества электрической энергии на работе отдельных групп потребителей (электродвигателей, световых источников, электронного оборудования)?
15. Как снижаются потери электроэнергии при переходе на более высокое напряжение в линиях электропередачи?
16. Как экономия тепловой энергии связана с экономией электрической энергии?
17. Какие виды ресурсов относятся к моторному топливу?
18. Какие мероприятия проводят в целях экономии электроэнергии в технологических процессах?
19. Какие меры применяют для экономии электроэнергии в системах освещения?
20. Какие параметры электрической энергии учитываются при оценке ее качества?
21. Какие работы проводятся при углубленном энергоаудите?
22. Какие работы проводятся при экспресс-обследовании?
23. Каким образом осуществляется энергосбережение при использовании насосов и вентиляторов?
24. Каким образом при производстве электроэнергии учитывается неравномерность суточных и сезонных графиков нагрузки?
25. Назовите виды энергетических обследований согласно Правилам проведения энергетических обследований организаций и кратко укажите их содержание.
26. Назовите основные виды вторичных энергетических ресурсов.
27. Назовите основные потребители электрической энергии.
28. Назовите условия появления активной и реактивной электрической энергии в электрической системе.
29. Назовите цели, задачи и уровни энергоаудита.
30. Покажите возможность пересчета в условное топливо составляющих топливно-энергетического баланса предприятия, приводимых в натуральных единицах (для природного газа, мазута, теплоты, электроэнергии, сжатого воздуха).
31. Почему появление реактивной мощности в электрической сети приводит к дополнительным потерям электроэнергии?

32. Поясните возможности установления приоритетности обследования потребления тех или иных энергоресурсов.

33. Поясните особенности взаимного перевода энергетических единиц первичного топлива, тепловой и электрической энергии.

34. Поясните разницу между понятиями «ядерное топливо» и «ядерное горючее».

35. Поясните связь между энергоаудитом и энергосбережением.

Практико-ориентированная задача

1. Рассчитайте годовую экономию тепловой энергии при замене традиционной системы отопления коровника (площадь 1200 м<sup>2</sup>, высота 4 м) на систему с рекуперацией воздуха. Исходные данные: средняя температура внутри +12 °С, снаружи –15 °С, коэффициент теплопередачи ограждающих конструкций  $U=0,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

2. Подберите мощность теплового насоса для теплицы площадью 500 м<sup>2</sup> с учётом климатических условий региона (средняя зимняя температура –8 °С). Рассчитайте срок окупаемости проекта при стоимости электроэнергии 5,5 руб/кВт·ч и капитальных затратах 1,2 млн руб.

3. Разработайте схему утепления стен и кровли свиноводческого комплекса (объём 3000 м<sup>3</sup>) с использованием минеральной ваты. Определите оптимальную толщину слоя изоляции для снижения теплопотерь на 40 %.

4. Сравните эффективность различных источников тепла (газовый котёл, электрический обогреватель, тепловой насос) для обогрева птичника на 5000 голов. Рассчитайте эксплуатационные затраты за отопительный сезон (180 дней).

5. Рассчитайте количество и расположение светодиодных светильников для коровника (800 м<sup>2</sup>) при норме освещённости 200 люкс. Сравните энергопотребление новой системы с существующей (люминесцентные лампы) и определите срок окупаемости.

6. Разработайте систему автоматического управления освещением в теплице с датчиками освещённости. Рассчитайте экономию электроэнергии при использовании системы в течение года для теплицы площадью 1000 м<sup>2</sup>.

7. Определите потенциал экономии электроэнергии при замене ламп накаливания на светодиодные в зернохранилище (1500 м<sup>2</sup>). Учтите режим работы объекта (12 часов в сутки) и стоимость электроэнергии 4,8 руб/кВт·ч.

8. Рассчитайте необходимую площадь солнечных панелей для автономного освещения фермы (общая мощность осветительных приборов 5 кВт, время работы 10 часов в сутки). Учтите инсоляцию региона (3,5 кВт·ч/м<sup>2</sup>/день).

9. Подберите ветрогенератор для фермы с годовым потреблением электроэнергии 120 000 кВт·ч. Средняя скорость ветра в регионе 5 м/с. Рассчитайте долю покрытия энергопотребления за счёт ветрогенерации.

10. Разработайте проект солнечной электростанции для птицефабрики (пиковая нагрузка 30 кВт). Определите необходимую площадь фотоэлектрических панелей и ёмкость аккумуляторных батарей для автономной работы в течение 3 пасмурных дней.

11. Рассчитайте потенциал биогазовой установки для свинофермы на 1000 голов. Исходные данные: суточное количество навоза 5 т, выход биогаза 50 м<sup>3</sup>/т. Определите, какую долю энергопотребления фермы можно покрыть за счёт биогаза.

12. Сравните экономическую эффективность различных вариантов энергоснабжения удалённой фермы: централизованное электроснабжение, дизель генератор, гибридная система (солнечные панели + дизель генератор). Рассчитайте NPV и срок окупаемости для каждого варианта.

13. Разработайте систему вентиляции с рекуперацией тепла для коровника на 200 голов. Рассчитайте температуру приточного воздуха после рекуператора и годовую экономию тепловой энергии.

14. Подберите оборудование для системы микроклимата в теплице площадью 800 м<sup>2</sup>. Учтите требования к температуре (+22 °С), влажности (60 %) и воздухообмену (5 объёмов/час). Рассчитайте энергопотребление системы за вегетационный период.

15. Рассчитайте параметры системы охлаждения для птичника на 10 000 голов в летний период. Определите мощность испарительных охладителей и расход воды при температуре снаружи +35 °С.

16. Разработайте комплексный план энергосбережения для молочной фермы (коровник, доильный зал, хранилище молока). Определите приоритетные направления экономии энергии и рассчитайте общий потенциал снижения энергопотребления (в % и кВт·ч/год).

17. Проведите энергоаудит зерносушильного комплекса производительностью 20 т/час. Определите основные источники потерь энергии и предложите меры по их снижению. Рассчитайте экономический эффект от внедрения рекомендаций.

18. Сравните различные варианты утилизации тепла от холодильных установок на мясоперерабатывающем предприятии. Рассчитайте потенциальную экономию тепловой энергии при использовании рекуперации для подогрева воды.

19. Разработайте программу энергосбережения для сельскохозяйственного предприятия на 5 лет. Включите мероприятия по модернизации освещения, отопления, вентиляции и использованию ВИЭ. Рассчитайте суммарный экономический эффект и срок окупаемости инвестиций.

20. Проведите анализ энергопотребления птицефабрики за год. Постройте диаграмму энергопотребления по видам оборудования. Определите «узкие места» и предложите 3–4 мероприятия по снижению энергозатрат с расчётом окупаемости.

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