

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРОИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ВИМ»
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель директора по образовательной и
редакционно-издательской деятельности
Ю.С. Ценч
2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Электропотребители и применение электроэнергии в АПК

(индекс и наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки	<u>13.04.02 Электроэнергетика и электротехника</u> <i>(код и наименование)</i>
Уровень образования	<u>высшее - магистратура</u> <i>(высшее - магистратура/подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура))</i>
Направленность	<u>Электроснабжение</u> <i>(наименование профиля подготовки)</i>
Форма обучения	<u>очная</u> <i>(очная, заочная)</i>

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины
разработана

к.т.н. Хименко А.В.
(степень, звание, ФИО)

Рабочая программа дисциплины
рассмотрена и принята на
заседании кафедры
общенаучных и специальных
дисциплин

Протокол № 2 от « 15 » апреля 2024 г.

Руководитель магистерской
программы

Виноградова А.В.
(подпись) к.т.н. Виноградова А.В.
(ФИО)
« 15 » апреля 2024 г.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник отдела образования

Курбанова Е.С.
(подпись) Е.С. Курбанова
(ФИО)
« 15 » апреля 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3. Роль дисциплины в формировании компетенций	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Формирование компетентностной траектории обучения по дисциплине	6
4.2. Содержание разделов дисциплины	6
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	8
6. Программное обеспечение необходимое для освоения дисциплины	10
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	10
8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (фонд оценочных средств)	10
9. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций	13

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины (модуля) Б1.В.02 Электропотребители и применение электроэнергии в АПК для подготовки магистров по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность - Электроснабжение.

Цель освоения дисциплины (модуля): формирование знаний в области электропотребления в системах электроснабжения агропромышленного комплекса и электротехнологий, изучение методов расчета, выбора электротехнических средств и электротермического оборудования с учетом обеспечения энергосбережения, эффективности, надежности электроснабжения и качества электрической энергии.

Место дисциплины (модуля) в учебном плане: дисциплина (модуль) Б1.В.02 Электропотребители и применение электроэнергии в АПК включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана для подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается во 2 семестре.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ПК – 1 (ПК-1.1.1; ПК-1.1.2).

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Приемники и потребители электрической энергии в АПК.

Раздел 2. Электронагревательные установки и электротехнологии в АПК.

Общая трудоемкость дисциплины: 144 часа (4 з.е.).

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электропотребители и применение электроэнергии в АПК» является формирование знаний в области электропотребления в системах электроснабжения агропромышленного комплекса и электротехнологий, изучение методов расчета, выбора электротехнических средств и электротермического оборудования с учетом обеспечения энергосбережения, эффективности, надежности электроснабжения и качества электрической энергии.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электропотребители и применение электроэнергии в АПК» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана для подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, дисциплина осваивается во 2 семестре.

Материалы дисциплины основываются на знаниях, полученных в ходе изучения дисциплин Математика, Информатика, Моделирование в решении инженерных задач.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины, применяются студентами в ходе изучения дисциплин «Системы централизованного электроснабжения объектов АПК»; «Электрические сети и системы»; «Методы и средства повышения надежности»; «Эксплуатация электроэнергетического и электротехнического оборудования», а также в процессе прохождения практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Электропотребители и применение электроэнергии в АПК» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Роль дисциплины в формировании компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов соответствующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, представленных в Таблице 1.

Таблица 1

Перечень компетенций, необходимых для освоения дисциплины Б1.В.02 Электропотребители и применение электроэнергии в АПК

Код компетенции выпускника	Наименование компетенции выпускника	Код и наименование индикатора компетенции выпускника	Код и наименование дескрипторов (планируемых результатов обучения выпускников)
Общепрофессиональные компетенции			
ПК-1	Способен, используя знания об особенностях функционирования систем электроснабжения, осуществлять организационно-техническое сопровождение проектирования, эксплуатации, строительства и реконструкции объектов в системе электроснабжения	Техническое руководство процессами разработки и реализации проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	Разработка принципиальной схемы электроснабжения электроприёмников от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения объекта капитального строительства
			Формирование технического задания и контроль разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства

4. Содержание дисциплины

Дисциплина «Электропотребители и применение электроэнергии в АПК» в соответствии с учебным планом осваивается на 1 курсе во 2 семестре. Форма промежуточного контроля результатов освоения дисциплины: экзамен.

4.1. Формирование компетентностной траектории обучения по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Таблица 2

Компетенции	Индикаторы	Дескрипторы	Содержание	Трудоемкость занятий по видам учебной работы				
				Л	ПЗ	ПКР	СР	Итого
1 курс 2 семестр								
ПК-1. Способен, используя знания об особенностях функционирования систем электроснабжения, осуществлять организационно-техническое сопровождение проектирования, эксплуатации, строительства и реконструкции объектов в системе электроснабжения	ПК-1.1. Техническое руководство процессами разработки и реализации проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства	ПК-1.1.1. Разработка принципиальной схемы электроснабжения электроприёмника в от основного, дополнительного и резервного источников электроснабжения объекта капитального строительства	Электропотребители и применение электроэнергии в АПК	4	4		45	53
		ПК-1.1.2. Формирование технического задания и контроль разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства		6	6		47	59
Консультация перед экзаменом (контактная работа на промежуточном контроле)							5	5
Экзамен (контактная работа на промежуточном контроле)							27	27
Итого 2 семестр				10	10	32	92	144
Итого по дисциплине				10	10	32	92	144

4.2. Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№	Наименование темы	Вид учебной деятельности	Дескрипторы	Кол-во часов
Электропотребители и применение электроэнергии в АПК				
1	Тема 1. Приемники и потребители	Лекция №1. Классификация приёмников и потребителей электрической энергии в АПК. Графики электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей.	ПК-1.1.1.	2

	электрической энергии в АПК	Лекция №2. Надежность электроснабжения потребителей АПК и качество электрической энергии. Средства для повышения надежности электроснабжения потребителей и снижение потерь электроэнергии в сельских электрических сетях.		2
		Практическое занятие 1. Определение расчетных электрических нагрузок предприятий АПК по установленной мощности и коэффициенту спроса. Определение расчетных нагрузок электротеплообеспечения предприятий АПК.		2
		Практическое занятие 2. Расчёт надёжности электроснабжения потребителей АПК. Расчёт показателей эффективности.		2
		Самостоятельная работа 1. Общая характеристика электрических нагрузок сельских электрических сетей. Нагрузки на вводах к сельскохозяйственным потребителям. Определение нагрузок предприятий АПК по средней мощности и коэффициенту мощности (метод упорядоченных диаграмм). Расчет электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ при помощи коэффициентов одновременности. Определение центра электрических нагрузок, числа и мощности трансформаторных подстанций. Определение допустимых отклонений напряжения в воздушных линиях (составление таблицы отклонений напряжения).		45
2	Тема 2. Электронагревательные установки и электротехнологии в АПК.	Лекция №3. Виды электронагрева. Классификация и характеристика. Электронагревательные установки для создания микроклимата в сельскохозяйственных помещениях.	ПК-1.1.2.	2
		Лекция №4. Электронагревательные установки для сушки, тепловой обработки и хранения сельскохозяйственной продукции. Электрический обогрев сооружений защищённого грунта (парники, теплицы).		2
		Лекция №5. Электротехнологии в АПК. Электронно-ионная технология. Обработка электрическим током. Электроимпульсные установки.		2
		Практическое занятие 3. Расчет и подбор трубчатых электрических нагревателей (ТЭНов) для электронагревательных установок.		2
		Практическое занятие 4. Расчет электронагревателя (калорифера) и подбор вентилятора для отопительно-вентиляционной установки животноводческих и птицеводческих ферм.		2
		Практическое занятие 5. Расчет электрической теплоаккумуляционной системы обогрева помещений свиноферм и ферм КРС.		2
		Самостоятельная работа 2. Виды теплопередачи. Тепловой расчет электронагревательных установок. Уравнение теплового баланса. Выбор теплоизоляции. Особенности теплоотдачи нагревателя. Физическая сущность электронагрева сопротивлением. Закон Джоуля-Ленца. Прямой нагрев сопротивлением. Косвенный нагрев сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников. Пленочные электронагреватели. Электротермические установки нагрева и сушки в АПК. Электронагревательные провода и кабели. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Назначение и виды электронагревательных приборов для теплообеспечения объектов АПК. Расчет электрических сушильных установок и установок активного вентилирования для сушки зерна и сена.		47
Консультация перед экзаменом (контактная работа на промежуточном контроле)			5	
Экзамен (контактная работа на промежуточном контроле)			27	
Итого			144	

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Выходные данные, объем	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Будзко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И.	Электроснабжение сельского хозяйства	М.: Колос. 2000. 536 с.	https://djuv.online/file/27Hide6BdMfFS	-
2	Костюченко Л.П.	Проектирование систем сельского электроснабжения	Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т. 2016. 264 с.	http://www.kgau.ru/new/student/43/content/67.pdf	-
3	Виноградов А.В.	Принципы управления конфигурацией сельских электрических сетей и технические средства их реализации. Монография.	Орёл: Картуш, 2022. 392 с.	В наличии	5
4	Кудрявцев И.Ф., Карасенко В.А.	Электрический нагрев и электротехнология	М.: Колос. 1975. 384 с.	В наличии	5
5	Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобашта С.П.	Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве	М.: Агропромиздат. 1990. 463 с.	В наличии	5
6	Зуев В.П., Шкрабак В.С.	Применение тепла в сельском хозяйстве	Ленинград: Колос. 1976. 232 с.	В наличии	5

Дополнительная литература

№п/п	Автор(ы)	Наименование	Выходные данные, объем	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс	Кол-во экземпляров в библиотеке
1	Шевченко М.В.	Электроснабжение сельского хозяйства	Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ, 2018. – 204 с.	http://irbis.dalgaу.ru/DigitalLibrary/UMMSPO/448.pdf	-
2	Каган Н.Б., Кауфман В.Г., Пронько М.Г., Яневский Г.Д.	Электротермическое оборудование для сельскохозяйственного производства	М.: Энергия, 1980. 192 с.	В наличии	-
3	Растимешин С.А., Трунов С.С.	Энергосберегающие системы и технические средства отопления и вентиляции животноводческих помещений	М.: ФГБНУ ВИЭСХ. 2016. 180 с.	В наличии	
4	Г. Бекман, П. Гилли Г. Бекман, П. Гилли пер. с англ. В.Я. Сидорова, Е.В. Сидорова; под	Тепловое аккумулирование энергии	М.: Мир. 1987. 272 с.	https://j.eruditor.one/file/602994/	

	ред. В.М. Бродянского				
5	В.Д. Левенберг, М.Р. Ткач, В.А. Гольстрем	Аккумуляция тепла	К.: Техника. 1991. 112 с.	https://j.eruditor.one/file/2419450/?ysclid=lqmhojlg13152664645	
6	Шустов В.А.	Применение электронагрева в сельском хозяйстве	М.: Колос. 1973. 128 с.	В наличии	
7	Расстригин В.Н.	Основы электрификации тепловых процессов в сельскохозяйственном производстве	М.: Агропромиздат. 1988. 255 с.	В наличии	

Периодические издания

№п/п	Наименование	Вид издания	Наличие в библиотеке или адрес доступа на электронный ресурс
1	Техника и оборудование для села	журнал	1 экз.
2	Электротехника	журнал	1 экз.
3	Энергосбережение	журнал	1 экз.

Интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование	Адрес доступа	Возможность доступа
Электронные образовательные и информационные ресурсы			
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/ Доступ с территории Научно-технической библиотеки ФНАЦ ВИМ	бесплатно, договор от 07.11.2019 №101НЕБ6308 (на 5 лет с последующей пролонгацией)
2	ОАРЕН — Open Access Publishing in European Networks — ресурс, представляющий более 1600 полнотекстовых книг в формате pdf по различным отраслям знаний: Society and social sciences; Humanities; Economics, finance, business and management; Law; Mathematics and science; Language; Earth sciences, geography, environment, planning.	http://www.oapen.org/home	бесплатно
3	AnyDynamics - высокопроизводительная среда для создания и отладки интерактивных многокомпонентных математических моделей сложных динамических систем	https://www.mvstudium.com/download.php	бесплатно
Информационно-справочные системы			
4	Национальная информационно-аналитическая система Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	http://elibrary.ru/	бесплатно
5	Университетская информационная система «Россия»	https://uisrussia.msu.ru	бесплатно
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru	бесплатно
Профессиональные базы данных			
7	База данных Social Science Research Network (SSRN)	http://www.ssoar.info/	бесплатно
8	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных Web of Science	http://webofscience.com	бесплатно
9	Библиографическая и реферативная база данных Scopus.	http://www.scopus.com	бесплатно

Не предусмотрено.

6. Программное обеспечение необходимое для освоения дисциплины

Не предусмотрено.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории (компьютерный класс) для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практических занятий), текущего контроля, промежуточной аттестации.

Учебные аудитории (компьютерный класс) для групповых и индивидуальных консультаций, организации самостоятельной работы, в том числе научно-исследовательской.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФНАЦ ВИМ.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (фонд оценочных средств)

Контрольные задания для проведения текущего контроля по дисциплине

Темы рефератов:

1. Влияние реактивной мощности на технико-экономические показатели.
2. Мероприятия и устройства для снижения потребления реактивной мощности.
3. Синхронные компенсаторы (свойства, параметры, принципиальные схемы включения).
4. Конденсаторные установки для компенсации реактивной мощности (свойства, параметры, принципиальные схемы включения).
5. Напряжения, принимаемые для ЛЭП. Особенности расчета ЛЭП высокого напряжения.
6. Потери мощности и электроэнергии в линиях, трансформаторах и компенсирующих устройствах.
7. Методы определения потерь электроэнергии в электрических сетях.
8. Анализ режимов работы сетей и управления режимами.
9. Баланс энергетических мощностей в сельском хозяйстве. Нормирование и учет электроэнергии.
10. Применение энергосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве.
11. Оценка надежности электроснабжения при использовании воздушных линий с изолированными проводами.
12. Интервалы экономических нагрузок сельских ВЛ 0,38 кВ с изолированными проводами.
13. Расчеты потерь мощности и энергии при эксплуатации сельских сетей.
14. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии (организационные малозатратные и беззатратные, технические).
15. Надежность электроснабжения с/х потребителей и населенных пунктов (показатели надежности электроснабжения).
16. Надежность электроснабжения с/х потребителей и населённых пунктов (ущерб от перерывов в электроснабжении с/х потребителей).
17. Техничко-экономическое обоснование уровня надежности системы электроснабжения.
18. Электрические воздухонагреватели, инфракрасные обогреватели.
19. Электротепловые установки для получения горячей воды и пара. Электроводонагреватели, парогенераторы и электрокотельные.
20. Электротермическое оборудование для создания требуемого микроклимата на объектах АПК.
21. Электронагрев в установках пастеризации молока, соков.

Критерии защиты практических работ.

К защите практической работы студент обязан:

- знать необходимый теоретический материал;
- уметь кратко рассказать о содержании проведённой им работы и обосновать выводы, сделанные в заключении;
- знать типы и виды данных, правила расчета прямых и косвенных измерений;
- уметь строить графики с учетом погрешностей и записывать результаты измерений;
- уметь быстро приближенно производить оценку точности своих измерений;
- уметь решать практические задачи по теме данной работы.

Контрольные вопросы для проведения экзамена

Вопросы к экзамену:

Теоретическая часть:

1. Классификация приемников электрической энергии.
2. Характеристика приемников электрической энергии.
3. Краткая характеристика графиков нагрузок.
4. Графики нагрузок индивидуальных приемников.
5. Групповые графики электрических нагрузок.
6. Коэффициенты, характеризующие графики нагрузок.
7. Показатели нагрузок, характеризующие индивидуальные электроприемники.
8. Показатели нагрузок, характеризующие группу электроприемников.
9. Оценка качества электрической энергии по ГОСТ 32144-2013 и ГОСТ Р 54149-2010.
10. Определение коэффициента полезного использования и потерь энергии при последовательном и параллельном и смешанном (последовательно-параллельном) соединении энергетических установок и оборудования.
11. Определение энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции.
12. Определение электрических нагрузок по графикам нагрузок, по величине нагрузок отдельных электроприемников или электропотребителей и использование калькулятора расчета мощности суммарной нагрузки.
13. Метод расчета электрических нагрузок по номинальной мощности и коэффициенту использования.
14. Метод расчета электрических нагрузок по номинальной мощности и коэффициенту спроса.
15. Метод расчета электрических нагрузок по средней мощности и коэффициенту мощности.
16. Метод расчета электрических нагрузок по средней мощности и отклонению расчетной нагрузки от средней.
17. Метод расчета электрических нагрузок по средней мощности и коэффициенту формы графика.
18. Метод расчета электрических нагрузок по удельному расходу электроэнергии на единицу продукции.
19. Метод расчета электрических нагрузок по удельной мощности на единицу производственной площади.
20. Определение пиковых нагрузок.
21. Расчетные нагрузки осветительных электроустановок.
22. Определение центра электрических нагрузок.
23. Выбор числа и мощности трансформаторов.
24. Нагревательные провода и кабели. Электрообогреваемые полы и средства локального обогрева молодняка животных.

25. Инфракрасный нагрев. Электрические излучатели.
26. Особенности индукционного нагрева. Применение индукционного нагрева.
27. Особенности диэлектрического нагрева. Магнетроны.
28. Применение электроэнергии для обогрева сооружений защищенного грунта, теплиц, парников.
29. Назначения и виды электронагревательных установок для теплообеспечения объектов АПК.
30. Сушильные установки. Основная характеристика, применение в сельском хозяйстве.
31. Электротепловые установки аккумуляционного типа. Классификация и характеристика, сферы применения.
32. Электронагрев сопротивлением. Косвенный и прямой нагрев.
33. Конструкции нагревательных элементов.
34. Способы теплоотдачи от нагревательных элементов.
35. Расчет нагревательных элементов по поверхностной мощности.
36. Расчет нагревательных элементов по рабочему току и расчетной температуре.
37. Требования, предъявляемые к материалу нагревательных элементов.
38. Принципы выбора трубчатых нагревательных элементов (ТЭНов).

Практическая часть (примеры заданий):

1. Составьте структурную схему передачи электроэнергии от электростанции к потребителям.
2. Определить расчетную нагрузку родильного отделения фермы КРС. Перечень оборудования, установленного в родильном отделении, и его параметры, влияющие на величину расчетной нагрузки, приведены в приложении.
3. Определить электротепловую нагрузку отопления и вентиляции фермы КРС на 200 голов при расчетной температуре наружного воздуха $t_{н} = -30$ °С.
4. Определить расчетную нагрузку кормоцеха, предназначенного для механизированной переработки и приготовления сырых или запаренных кормовых смесей на фермах по откорму молодняка на 600 голов.
5. Определить мощность трансформатора типа ТМ на подстанции напряжением 10/0,4 кВ, если расчетная нагрузка на шинах 0,4 кВ составляет 287,5 кВА. Рост нагрузки на подстанции предполагается в течение 5 лет по 10 % каждый год. Подстанция предназначена для питания цеха по приготовлению кормов для животноводческого комплекса. Кроме того, от этой подстанции должно осуществляться резервное питание потребителя первой категории с мощностью нагрузки 197 кВА. Подстанция сооружается в Центральном районе Красноярского края.
6. Определить мощность трансформаторов на подстанции напряжением 35/10 кВ, если расчетная нагрузка на шинах 10 кВ составляет 6800 кВА. Подстанция предназначена для питания сельскохозяйственных потребителей: населенных пунктов и животноводческого комплекса по выращиванию и откорму свиней на 12000 свиней в год.
7. Определите мощность конденсаторной батареи для компенсации реактивной мощности и выберите компенсирующую установку (используя справочник) при следующих данных: присоединенная мощность 630 кВ·А, доля асинхронной и сварочной нагрузки составляет 80%, коэффициент загрузки трансформатора 0,8.
8. Подобрать электрический воздушнонагревателя (калорифер) и вентилятор для системы приточной вентиляции коровника с электрообогревом вентиляционного воздуха в зимнее время в коровнике на 200 голов $t_{вн} = 10$ °С, $t_{н} = -13$ °С. Длина коровника 60 м, ширина 11 м, высота стен от пола до потолка 3 м, от пола до конька крыши 4 м. Кратность воздухообмена принять 4.

9. Определить термическое сопротивление от спирали к наружной поверхности ТЭНа, параметры которого $d = 0,75$ мм (диаметр нагревательной проволоки), $D = 6$ мм (диаметр спирали по центру проволоки), $h = 3$ мм (шаг витков проволоки), $D_{вн} = 10$ мм, $D_n = 13$ мм (внутренний и наружный диаметр трубки). Коэффициент теплопроводности наполнителя $\lambda_1 = 1,8$ Вт/(м·°С), трубки $\lambda_2 = 42$ Вт/(м·°С).

10. Определить температуру и удельную поверхностную мощность спирали гладкого трубчатого нагревателя при поперечном обтекании воздухом. скорость воздуха $w = 12$ м/с, средняя температура воздуха $t_0 = 27$ °С, температура наружной поверхности ТЭНа $t_2 = 200$ °С. Нагреватели расположены в шахматном порядке $D_n = 13$ мм, $s_1 = 28$ мм (шаг между рядами), $s_2 = 14$ мм (шаг между нагревателями в ряду). Число рядов нагревателей по движению воздуха $z = 5$.

11. Определить мощность электронагревателя воздуха для установки активного вентилирования зернохранилища вместимостью 40 т. Продолжительность сушки 80 ч, начальная влажность зерна $\varphi_1 = 22\%$, конечная $\varphi_1 = 12\%$. Параметры наружного воздуха: $t_0 = 15$ °С, $\varphi_0 = 65\%$. Воздух подогревается на 5 °С. Температура воздуха, покидающего зерно, $t_2 = 16$ °С, влажность $\varphi_2 = 75\%$.

9. Описание шкал оценивания степени сформированности компетенций

Экзамен (1 курс 2 семестр)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.