

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Перспективы развития низкотемпературной техники»

Направление подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Программа магистратуры Технологические системы холодоснабжения
атомных электростанций

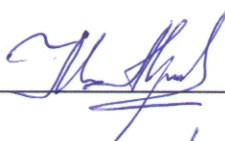
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы



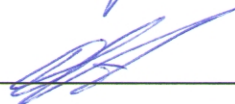
М.А. Авдеев

Заведующий кафедрой
Твердотельной электроники



В.А. Небольсин

Руководитель ОПОП



О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование знаний, умений и навыков в сфере анализа, оценки, сравнения, выбора оптимальных технологических схем низкотемпературных систем и разработки технологических и конструктивных решений систем холодоснабжения

1.2. Задачи освоения дисциплины

– формирование у обучающихся знаний в сфере современного состояния, проблем и перспектив низкотемпературной техники;

– развитие у обучающихся умений в части постановки задач по разработке технологических и конструктивных решений систем холодоснабжения, сравнения, выбора и выработки оптимальных способов их решения;

– овладение обучающимися навыками по решению теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач в рамках разработки современных систем холодоснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Перспективы развития низкотемпературной техники» относится к дисциплинам блока ФТД.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Перспективы развития низкотемпературной техники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен разрабатывать технологические и конструктивные решения системы холодоснабжения атомных электростанций

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать современные проблемы систем холодоснабжения, критически анализировать их с учетом потребностей промышленности и современных достижений науки, а также мировых тенденций развития техники и технологий; требования обеспечения необходимой надежности, долговечности и безопасности системы холодоснабжения в целом, а также отдельных ее элементов; передовой российский и зарубежный опыт разработки систем холодоснабжения
	уметь осуществлять постановку задач по разработке систем холодоснабжения; выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты; разрабатывать технологические и

	конструктивные решения системы холодоснабжения атомных электростанций
	владеть навыками решения теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач в рамках разработки современных систем холодоснабжения; разработки технологических и конструктивных решений системы холодоснабжения атомных электростанций

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Перспективы развития низкотемпературной техники» составляет 2 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	18	18
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	72	72
зач.ед.	2	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Введение: Глобальные проблемы развития цивилизации и перспективы низкотемпературной техники	Рост потребления. Дефицит энергии. Проблемы экологии. Низкотемпературная техника: современные и перспективные области применения.	2	1	2	5
2	Рабочие вещества низкотемпературной техники в контексте климатических соглашений	Воздействие на окружающую среду: ущерб озоновому слою, озоноразрушающий потенциал, прямое воздействие на окружающую среду, опосредованное воздействие на окружающую среду, климатические соглашения. Переход низкотемпературной техники на альтернативные хладагенты.	6	2	2	10
3	Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники	Оценка вариантов обслуживания существующего оборудования. Идентификация оборудования. Учет использования хладагента. Обзор вариантов эксплуатации оборудования. Меры по сокращению утечек. Переаправка хладагентами прямого замещения. Модернизация (ретрофит) с заменяющими ГФУ хладагентами. Уменьшение климатического воздействия.	4	2	2	8

4	Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике в контексте климатических соглашений	Полиуретан. Жесткий пенополиуретан. Полистирол. Экструзионный пенополистирол (ЭППС). Альтернативные пенообразователи для производства жесткого пенополиуретана. Альтернативные пенообразователи для производства экструзионного пенополистирола. Конечное воздействие на окружающую среду пеноизоляции.	4	2	2	8
5	Проектирование и подбор оборудования с учетом минимизации воздействия на климат	Применение передовых методов в проектировании и эксплуатации оборудования для снижения энергопотребления. Применение простого компьютерного моделирования для прогнозирования энергопотребления нового оборудования. Применение оценки ОКЭП для сравнения воздействия альтернативных технологий на климат в течение срока эксплуатации.	3	3	2	8
6	Перспективы и направления развития низкотемпературной техники в атомной энергетике	Основные типы низкотемпературной техники, используемой в работе атомных станций, их сравнение. Технологическое и комфортное кондиционирование в работе атомных станций. Низкопотенциальная часть атомной станции. Получение и использование криопродуктов в работе атомных станций. Когенерация и тригенерация на АС.	14	6	6	26
7	Утилизация низкотемпературной техники	Международные решения в области утилизации низкотемпературной техники. Технологии и этапы утилизации.	3	2	2	7
Итого			36	18	18	72

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать современные проблемы систем холодоснабжения, критически анализировать их с учетом	Активная работа на занятиях, участие в обсуждении теоретических вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	потребностей промышленности и современных достижений науки, а также мировых тенденций развития техники и технологий; требования обеспечения необходимой надежности, долговечности и безопасности системы холодоснабжения в целом, а также отдельных ее элементов; передовой российский и зарубежный опыт разработки систем холодоснабжения			
	уметь осуществлять постановку задач по разработке систем холодоснабжения; выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты; разрабатывать технологические и конструктивные решения системы холодоснабжения атомных электростанций	Активная работа на занятиях, выполнение практических заданий на занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками решения теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач в рамках разработки современных систем холодоснабжения	Выполнение заданий для самостоятельной работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-2	знать современные проблемы систем холодоснабжения, критически анализировать их с учетом потребностей промышленности и современных достижений науки, а также мировых тенденций развития техники и технологий; требования обеспечения необходимой надежности, долговечности и безопасности системы холодоснабжения в целом, а также отдельных ее элементов; передовой российский и зарубежный опыт разработки систем холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь осуществлять постановку задач по разработке систем холодоснабжения; выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты; разрабатывать технологические и	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	конструктивные решения системы холодоснабжения атомных электростанций			
	владеть навыками решения теоретических, прикладных технологических и конструктивных задач в рамках разработки современных систем холодоснабжения; разработки технологических и конструктивных решений системы холодоснабжения атомных электростанций	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. *Первым международным договором в сфере охраны озонового слоя является*

- а) Венская конвенция
- б) Монреальский протокол
- в) Киотский протокол
- г) Парижское соглашение

2. *Основным документом, регулирующим вещества, разрушающие озоновый слой, является*

- а) Венская конвенция
- б) Монреальский протокол
- в) Киотский протокол
- г) Парижское соглашение

3. *Первым международным договором в сфере разработки мер по уменьшению глобального потепления является*

- а) Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК)
- б) Монреальский протокол
- в) Киотский протокол
- г) Парижское соглашение

4. *Ключевой вклад в парниковый эффект вносит находящийся в атмосфере*

- а) углекислый газ

- б) водяной пар
- в) метан
- г) озон

5. Одновременно и озоноразрушающим веществом, и парниковым газом является

- а) углекислый газ
- б) аммиак
- в) трихлорфторметан ХФУ-11
- г) тетрафторэтан ГФУ-134а

6. Для оценки общего воздействия на глобальное потепление, учитывающих как прямое, так и не прямое воздействие систем, которые используют парниковые газы и потенциально способствуют их выбросам, используется показатель

- а) ОРП
- б) ПГП
- в) ПЭВГП
- г) кигаийский ПГП

7. Перевод существующей техники на альтернативный хладагент, очень близкий по свойствам к исходному и не требующий модернизации системы для адаптации к новому хладагенту, называется

- а) прямым замещением
- б) ретрофитом
- в) простой конверсией
- г) глайдом

8. Перевод существующей техники на альтернативный хладагент, предполагающий существенную модернизацию системы для адаптации к новому хладагенту (что может подразумевать, например, подбор новых смазочных масел для компрессора, замену компрессора, перенастройку параметров системы под отличные от исходных рабочие свойства нового хладагента), называется

- а) прямым замещением
- б) ретрофитом
- в) простой конверсией
- г) глайдом

9. К вариантам конверсии существующей техники на альтернативный хладагент относится

- а) прямое замещение
- б) простая конверсия
- в) глайд
- г) спрединг

10. К вариантам конверсии существующей техники на альтернативный хладагент относится

- а) прямое замещение
- б) простая конверсия
- в) глайд
- г) спрединг

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. В качестве теплоизоляции корпусов холодильников используются

- а) эластичный пенополиуретан
- б) жесткий пенополиуретан
- в) полиуретановые эластомеры
- г) полиуретановые покрытия

2. Азот и диоксид углерода используются в качестве вспенивателей (пенообразователей) в виде

- а) сжатых газов, вспенивающих полимер при понижении давления
- б) жидкостей, вспенивающих полимер за счет перехода в газообразное состояние
- в) химических веществ, вступающих внутри полимера в реакцию с выделением вспенивающих газов
- г) среди перечисленных вариантов ответа нет правильных

3. Вода используется в качестве вспенивателя (пенообразователя) в виде

- а) сжатых газов, вспенивающих полимер при понижении давления
- б) жидкостей, вспенивающих полимер за счет перехода в газообразное состояние
- в) химических веществ, вступающих внутри полимера в реакцию с выделением вспенивающих газов
- г) среди перечисленных вариантов ответа нет правильных

4. Традиционным вспенивателем для жесткого пенополиуретана, требующим замены, является

- а) ХФУ-11
- б) ГФУ-245fa
- в) углекислый газ
- г) циклопентан

5. Снижение энергозатрат на охлаждение за счет использования теплоизоляции представляет собой

- а) прямое отрицательное воздействие на окружающую среду
- б) прямое положительное воздействие на окружающую среду
- в) опосредованное отрицательное воздействие на окружающую среду
- г) опосредованное положительное воздействие на окружающую среду

6. К методам снижения тепловой нагрузки холодильного оборудования не относятся

- а) плотную подгонку дверей и крышек складов и шкафов
- б) установку ночных штор на холодильный шкаф
- в) инструктаж по вопросам важности эффективного управления дверьми холодильного склада
- г) защиту стороны воздухозабора конденсатора с воздушным охлаждением от прямых солнечных лучей

7. К методам уменьшения разности температур конденсации и испарения в холодильной системе не относятся

- а) защиту стороны воздухозабора конденсатора с воздушным охлаждением от прямых солнечных лучей
- б) обеспечение свободного притока воздуха к испарителям
- в) предотвращение попадания в контур воздуха и других неконденсируемых газов
- г) инструктаж по вопросам важности эффективного управления дверьми холодильного склада

8. Инструктаж по вопросам важности эффективного управления дверьми холодильного склада направлен в первую очередь на

- а) снижение тепловой нагрузки на холодильную систему
- б) увеличение разности температур конденсации и испарения хладагента
- в) уменьшение падения давления в трубопроводе с хладагентом
- г) минимизацию переохлаждения хладагента в жидком состоянии

9. Уменьшение возможности утечек хладагента из работающей системы направлено в первую очередь на

- а) снижение тепловой нагрузки на холодильную систему
- б) уменьшение разности температур конденсации и испарения
- в) минимизацию переохлаждения хладагента в жидком состоянии
- г) увеличение падения давления в трубопроводе с хладагентом

10. Оценка ОКЭП учитывает

- а) только прямые выбросы парниковых газов за все время службы оборудования и при уничтожении рабочего вещества, а также опосредованные выбросы, связанные с потреблением энергии во время эксплуатации оборудования
- б) только прямые выбросы парниковых газов за все время службы оборудования, а также опосредованные выбросы, связанные с потреблением энергии во время эксплуатации оборудования
- в) только прямые выбросы парниковых газов за все время службы оборудования и при уничтожении рабочего вещества

г) только опосредованные выбросы, связанные с потреблением энергии во время эксплуатации оборудования

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Выбросы, образующиеся при потреблении энергии при производстве хладагентов,

- а) учитываются только в ЛССР
- б) учитываются только в ОКЭП
- в) учитываются и в ЛССР, и в ОКЭП
- г) не учитываются ни в ЛССР, ни в ОКЭП

2. Выбросы, образующиеся при потреблении энергии при производстве холодильного оборудования,

- а) учитываются только в ЛССР
- б) учитываются только в ОКЭП
- в) учитываются и в ЛССР, и в ОКЭП
- г) не учитываются ни в ЛССР, ни в ОКЭП

3. Опосредованные выбросы, связанные с потреблением энергии во время эксплуатации оборудования,

- а) учитываются только в ЛССР
- б) учитываются только в ОКЭП
- в) учитываются и в ЛССР, и в ОКЭП
- г) не учитываются ни в ЛССР, ни в ОКЭП

4. Выбросы, образующиеся при потреблении энергии при перевозке хладагентов,

- а) учитываются только в ЛССР
- б) учитываются только в ОКЭП
- в) учитываются и в ЛССР, и в ОКЭП
- г) не учитываются ни в ЛССР, ни в ОКЭП

5. При комплексной переработке бытовых холодильников в специальных установках в рамках проекта ЮНИДО не подлежат последующему полезному использованию

- а) дегазированная теплоизоляционная пена
- б) сталь
- в) цветные металлы (алюминий, медь)
- г) среди перечисленных вариантов нет правильных

6. При комплексной переработке бытовых холодильников в специальных установках в рамках проекта ЮНИДО содержащие железо частицы отделяются с помощью

- а) магнитного сепаратора
- б) сепаратора циклонного типа

- в) воздушной системы
- г) химического связывания

7. При комплексной переработке бытовых холодильников в специальных установках в рамках проекта ЮНИДО содержащие алюминий частицы отделяются с помощью

- а) магнитного сепаратора
- б) сепаратора циклонного типа
- в) воздушной системы
- г) химического связывания

8. При комплексной переработке бытовых холодильников в специальных установках в рамках проекта ЮНИДО содержащие медь частицы отделяются с помощью

- а) магнитного сепаратора
- б) сепаратора циклонного типа
- в) воздушной системы
- г) химического связывания

9. При комплексной переработке бытовых холодильников в специальных установках в рамках проекта ЮНИДО частицы полиуретановой пены отделяются с помощью

- а) магнитного сепаратора
- б) сепаратора циклонного типа
- в) воздушной системы
- г) химического связывания

10. При комплексной переработке бытовых холодильников в специальных установках в рамках проекта ЮНИДО пластиковые частицы отделяются с помощью

- а) магнитного сепаратора
- б) сепаратора циклонного типа
- в) воздушной системы
- г) химического связывания

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Рост потребления, дефицит энергии и проблемы экологии как факторы развития низкотемпературной техники.

2. Низкотемпературная техника: современные и перспективные области применения.

3. Воздействие на окружающую среду: ущерб озоновому слою, озоноразрушающий потенциал, прямое воздействие на окружающую среду, опосредованное воздействие на окружающую среду, климатические соглашения.

4. Воздействие на окружающую среду: прямое воздействие на

окружающую среду, опосредованное воздействие на окружающую среду, климатические соглашения.

5. Переход низкотемпературной техники на альтернативные хладагенты.

6. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Оценка вариантов обслуживания существующего оборудования.

7. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Идентификация оборудования.

8. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Учет использования хладагента.

9. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Обзор вариантов эксплуатации оборудования.

10. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Меры по сокращению утечек.

11. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Перезаправка хладагентами прямого замещения.

12. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Модернизация (ретрофит) с заменяющими ГФУ хладагентами.

13. Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники: Уменьшение климатического воздействия.

14. Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике: Полиуретан. Жесткий пенополиуретан.

15. Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике: Полистирол. Экструзионный пенополистирол (ЭППС).

16. Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике: Альтернативные пенообразователи для производства жесткого пенополиуретана.

17. Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике: Альтернативные пенообразователи для производства экструзионного пенополистирола.

18. Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике: Конечное воздействие на окружающую среду пеноизоляции.

19. Применение передовых методов в проектировании и эксплуатации оборудования для снижения энергопотребления.

20. Применение простого компьютерного моделирования для прогнозирования энергопотребления нового оборудования.

21. Применение оценки ОКЭП для сравнения воздействия альтернативных технологий на климат в течение срока эксплуатации.

22. Основные типы низкотемпературной техники, использующейся в работе атомных станций, их сравнение.

23. Технологическое и комфортное кондиционирование в работе атомных станций.

24. Низкопотенциальная часть атомной станции.

25. Получение и использование криопродуктов в работе атомных станций.

26. Когенерация и тригенерация на АС.
 27. Международные решения в области утилизации низкотемпературной техники.
 28. Технологии и этапы утилизации низкотемпературной техники.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов 1 стандартную задачу и 1 прикладную задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 5 баллов. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 15 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 20 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение: Глобальные проблемы развития цивилизации и перспективы низкотемпературной техники	ПК-2	Тест, устный опрос, зачет
2	Рабочие вещества низкотемпературной техники в контексте климатических соглашений	ПК-2	Тест, устный опрос, зачет
3	Рациональные методы обслуживания низкотемпературной техники	ПК-2	Тест, устный опрос, зачет
4	Изоляция на основе пеноматериалов в низкотемпературной технике в контексте климатических соглашений	ПК-2	Тест, устный опрос, зачет
5	Проектирование и подбор оборудования с учетом минимизации воздействия на климат		Тест, устный опрос, зачет
6	Перспективы и направления развития низкотемпературной техники в атомной энергетике	ПК-2	Тест, устный опрос, зачет
7	Утилизация низкотемпературной техники	ПК-2	Тест, устный опрос, зачет

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Архаров, А. М. Основы криологии. Энтропийно-статистический анализ низкотемпературных систем / А. М. Архаров. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 512 с. — ISBN 978-5-7038-3842-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94052.html>

2. Леонов, В. П. Абсорбционные холодильные машины : учебно-методическое пособие / В. П. Леонов. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2020. — 76 с. — ISBN 978-5-7038-5383-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115298.html>

3. Неверов, Е. Н. Перспективы развития и направления применения низкотемпературных систем и установок : учебное пособие / Е. Н. Неверов. — Кемерово : КеМГУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 124 с. — ISBN 978-5-8353-2573-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135211>

4. Усов, А. В. Актуальные проблемы и перспективы развития низкотемпературной техники : учебное пособие / А. В. Усов. — Кемерово : КеМГУ, 2020. — 136 с. — ISBN 978-5-8353-2675-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162592>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Office (Word, Excel)

Internet Explorer
Adobe Acrobat Reader
<https://www.iprbookshop.ru>
<https://e.lanbook.com>
<https://old.education.cchgeu.ru>
<https://bbb.cchgeu.ru>
<https://elibrary.ru>
<https://cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины «Перспективы развития низкотемпературной техники» требует наличия учебной аудитории для проведения учебных занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

- переносной компьютер.

Для самостоятельной работы используется «Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций/ Аудитория для самостоятельной работы»

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Перспективы развития низкотемпературной техники» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых

излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета параметров различных процессов и циклов низкотемпературных систем и установок в рамках энтропийно-статистического метода термодинамического анализа. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--