

Направление подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»
Профиль «Атомные электростанции и установки»
РПД Б1.В.05 «Турбомашины АЭС»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора филиала
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
канд. техн. наук, доцент
В.В. Рожков



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Турбомашины АЭС

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль: «Атомные электростанции и установки»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Год набора: 2026

Смоленск

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Турбомашины АЭС» является подготовка студента к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой по направлению подготовки; изучение и освоение теоретических основ, принципов действия и конструкций тепловых двигателей (паровых и газовых турбин, двигателей внутреннего сгорания) и нагнетателей (насосов, вентиляторов, компрессоров), используемых в теплоэнергетических системах и установках промышленных предприятий; формирование знаний и умений, необходимых для самостоятельного обоснованного выбора методов решения прикладных задач в предметной сфере деятельности.

Задачи изучения дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Турбомашины АЭС» относится к части программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые следующими базовыми дисциплинами:

- Тепломассообмен;
- Гидрогазодинамика;
- Техническая термодинамика.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения данной дисциплины, являются базовыми для изучения следующих дисциплин:

- Тепломассообменное оборудование АЭС;
- Атомные и тепловые электростанции;
- Эксплуатация АЭС.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-1. Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности	ПК-1.1 Планирует и подготавливает типовые решения по определению мероприятий, повышающих энергоэффективность теплотехнического оборудования объектов атомной энергетики	Знает: основные термины, определения и понятия применительно к мероприятиям по повышению энергоэффективности теплотехнического оборудования. Умеет: выбирать оборудование отвечающее требованиям энергоэффективности. Владеет: методиками планирования и подготовки решений по проведе-

		<p>нию мероприятий, повышающих энергоэффективность теплотехнического оборудования.</p>
	<p>ПК-1.2 Выполняет типовые экспериментальные исследования теплоэнергетических систем и их элементов по повышению энергоэффективности теплотехнического оборудования</p>	<p>Знает: теплотехнические, гидравлические и аэродинамические расчеты теплотехнического оборудования. Умеет: производить расчет основных характеристик теплотехнического оборудования с целью повышения его энергоэффективности. Владеет: навыками поиска информации о свойствах теплоносителей, используемых в энергоэффективном теплотехническом оборудовании.</p>
<p>ПК-2. Демонстрирует понимание основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</p>	<p>ПК-2.1 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей</p>	<p>Знает: сбор и анализ данных для проектирования, типовые методики термодинамических и гидродинамических расчетов при проектировании и эксплуатации нагнетателей и тепловых двигателей, стандартные средства и системы автоматизации выполнения технических расчетов Умеет: составлять альтернативные варианты технических решений систем теплоэнергетики и теплотехники Владеет: методиками проведения термодинамических и гидравлических расчетов нагнетателей и тепловых двигателей с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации и применением средств и систем автоматизации выполнения.</p>
	<p>ПК-2.2 Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплоэнергетических установок и систем</p>	<p>Знает: основы проведения экспериментов на различного типа нагнетателях и тепловых двигателях по заданной методике и анализу результатов с привлечением соответствующего математического аппарата Умеет: Обосновывает выбор наиболее целесообразного решения при проектировании систем теплоэнергетики и теплотехники в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией с соблюдением различных технических, энергоэффективных и</p>

		экологических требований Владеет: методиками проведения экспериментов на нагнетателях и тепловых двигателях различного типа с привлечением соответствующего математического аппарата
--	--	---

Содержание дисциплины:

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	лекционные занятия 9 шт. по 2 часа: <i>1.1. Тема</i> Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Основные параметры, характеризующие нагнетательные и расширительные машины. Газодинамические основы расчета турбомашин. <i>1.2. Тема</i> Нагнетатели объемного действия. Нагнетатели кинетического действия <i>1.3 Тема</i> Теоретическая и действительная характеристики турбокомпрессора. <i>1.4 Тема</i> Характеристики центробежных насосов. Способы регулирования насосов. <i>1.5 Тема</i> Паровые и газовые турбины и их особенности. Потери энергии в проточной части турбин. <i>1.6 Тема</i> Сопловые аппараты турбин. Анализ движения газа в сопловом аппарате. <i>1.7 Тема</i> Рабочие колеса турбин. Активные и реактивные турбины. <i>1.8 Тема</i> Характеристики турбин. Сопоставление радиальных и осевых ступеней турбин. <i>1.9 Тема</i> Основные характеристики ДВС. Устройство и принцип работы ДВС.
2	лабораторные работы 4 шт. по (4) часа: <i>2.1. Название</i> Изучение конструкции центробежных и поршневых компрессоров <i>2.2. Название</i> Последовательное включение центробежных насосов. <i>2.3 Название</i> Параллельное включение центробежных насосов. <i>2.4 Название</i> Регулирование производительности центробежных насосов.
3	практические занятия 8 шт. по 2 часа: <i>3.1. Название</i> Расчет параметров рабочей точки насосной установки. <i>3.2 Название</i> Последовательное и параллельное включение насосов. <i>3.3 Название</i> Регулирование производительности турбокомпрессоров. <i>3.4 Название</i> Перерасчет характеристик турбокомпрессора. <i>3.5 Название</i> Подбор насосного оборудования для работы гидравлической сети. <i>3.6 Название</i> Газодинамический расчет ступени центробежного компрессора. <i>3.7 Название</i> Расчет напорной характеристики ступени центробежного компрессора. <i>3.8 Название</i> Построение полного процесса расширения пара в турбине в T-S диаграмме.....
...	Самостоятельная работа студентов:94 часа. Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к текущему контролю знаний (всего к теме №1 – 10 часов). Подготовка к промежуточной аттестации. Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам. Выполнение, оформление и подготовка к защите лабораторных работ. Выполнение расчетно-графической работы «Эскизное проектирование ступени центробежного компрессора» (всего к теме №2 – 42 часа). Оформление РГР. Подготовка к защите РГР. Подготовка к промежуточной аттестации. Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическим занятиям (всего к теме №3 – 20 часов). Подготовка к промежуточной аттестации. Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическим занятиям. Оформление курсового проекта (всего к теме №4 – 10 часов). Подготовка к промежуточной аттестации.

--	--

Текущий контроль: опросы по материалам лекций, контрольные работы по темам «Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. Основные параметры, характеризующие нагнетательные и расширительные машины. Газодинамические основы расчета турбомашин», «Характеристики центробежных насосов. Способы регулирования насосов», защита лабораторных работ, текущий контроль выполнения самостоятельной работы.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятости по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Интерактивная лекция (лекция-визуализация) Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи —«online»
2.	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи —«online»
3.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально Технология проблемного обучения на основе анализа результатов лабораторной работы: индивидуальный опрос, представление студентом результатов лабораторной работы в форме отчета Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи —«online»
4.	Консультации по курсовой работе	Индивидуальные и групповые консультации Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в син-

		хронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «online»
5.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
6.	Контроль (промежуточная аттестация: защита курсовой работы, экзамен)	Технология устного опроса Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи — «online»

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины):

1. Приведите схему типичной паротурбинной установки, работающей по циклу Рэнкина.
2. Изобразите цикл в PV и TS координатах. Дайте пояснения.
3. Укажите основные способы повышения термического КПД циклов ПТУ.
4. Поясните принцип преобразования потенциальной энергии давления пара (газа) в кинетическую энергию потока (в соплах) и кинетической энергии потока в механическую работу на движущихся лопатках турбины.
5. Приведите графики изменения давления и абсолютной скорости потока в проточной части активной и реактивной ступени турбины.
6. Поясните понятие степени реактивности.
7. Поясните необходимость и последовательность построения треугольников скоростей на входе и выходе ступени.
8. Как определяется располагаемый теплоперепад H_0 ?
9. Как рассчитывается теоретическая скорость потока?
10. Поясните принцип профилирования дозвукового и сверхзвукового сопел.
11. Что такое КПД на окружности рабочего колеса?
12. Как определяется значение КПД по треугольникам скоростей?
13. В чем заключается целесообразность и необходимость создания многоступенчатых турбин?
14. Как зависит термический КПД такого цикла от работы компрессора?
15. В чем сущность регенерации тепла в ГТУ?

16. Дайте классификацию двигателей внутреннего сгорания и приведите основные теоретические циклы ДВС.

17. Что такое термический КПД цикла ДВС и от чего зависит его величина?

18. Что такое индикаторная диаграмма ДВС?

19. Поясните составляющие теплового баланса ДВС.

20. Поясните рабочий процесс поршневого компрессора.

21. Какие факторы влияют на действительную подачу компрессора?

22. Напишите уравнение Эйлера для лопаточного нагнетателя.

23. Характеристика центробежных нагнетателей.

24. Условия работы нагнетателя на сеть.

25. Понятие рабочей точки.

26. Параллельное и последовательное соединение нагнетателей.

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям)

1. Определение располагаемого теплоперепада паротурбиной установки.
2. Определение степени реактивности турбины.
3. Определение абсолютной скорости на входе в межлопаточные каналы.
4. Определение абсолютной скорости на выходе из межлопаточных каналов.
5. Расчет скорости пара на выходе из сопла.
6. Определение величины входного и выходного сечения сопла.
7. Расчет абсолютной скорости пара на выходе из рабочего колеса активной турбины.
8. Расчет абсолютной скорости пара на выходе из рабочего колеса реактивной турбины.
9. Расчет изменения давления вдоль потока пара в активной турбине.
10. Расчет изменения давления по ходу потока пара в реактивной турбине.
11. Определение внутренних и внешних потерь напора в проточной части турбин.
12. Расчет величины адиабатного КПД ГТУ.
13. Расчет числа ступеней газовой турбины.
14. Определение мощности ГТУ.
15. Определение расхода топлива для ГТУ мощностью.
16. Расчет скоростной характеристики ДВС.
17. Расчет нагрузочной характеристики ДВС.
18. Расчет регуляторной характеристики ДВС.
19. Расчет теоретического напора ступени центробежного компрессора.
20. Расчет мощности для привода компрессора с производительностью G и степенью повышения давления λ

Примерный перечень вопросов к защите лабораторных работ:

1. Что такое рабочая точка.
2. Дайте определение характеристики сети.
3. Как складываются характеристик при параллельном включении.
4. Как складываются характеристики при последовательном включении насосов.
5. Коэффициент быстроходности.
6. Геометрическое подобие.
7. Кинематическое подобие.
8. Парабола подобных режимов.

9. Кавитация насосов.
10. Напор насоса
11. Подача насоса.
12. Давление насыщения паров жидкости.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

Первый, второй вопросы в экзаменационном билете студента – вопрос по лекционному материалу (вопр.1-34). Третий вопрос – задача на тему, близкую к разбираемым на практических занятиях и в контрольных работах (задачи представлены в дополнительных методических материалах по дисциплине).

1. Назначение и классификация нагнетателей.
2. Назначение и классификация тепловых двигателей.
3. Уравнение неразрывности потока и уравнение изменения количества движения.
4. Уравнение изменения момента количества движения.
5. Уравнение сохранения энергии потока.
6. Уравнения Эйлера.
7. Способы регулирования расхода нагнетателей.
8. Устойчивость совместной работы нагнетателей и сети.
9. Понятие помпажа.
10. Особенности параллельного подключения нагнетателей.
11. Особенности последовательного подключения нагнетателей.
12. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого компрессора.
13. Коэффициент объемной подачи поршневого компрессора.
14. Многоступенчатое сжатие, выбор степени сжатия в многоступенчатом компрессоре.
15. Способы регулирования расхода поршневого компрессора.
16. Принцип работы паровых турбин.
17. Классификация паровых турбин.
18. Понятие турбинной степени. Турбинная степень активного и реактивного типа.
19. Тепловой цикл паротурбинной установки в T-S координатах.
20. Пути повышения эффективности ПТУ.
21. Абсолютный и относительный КПД паровой турбины.
22. Особенности расширения пара в соплах. Неизотермическое истечение пара из сопел.
23. Расчет необходимых параметров и построение совместного треугольника скоростей для турбинной ступени активного типа.
24. Расчет необходимых параметров и построение совместного треугольника скоростей для турбинной ступени реактивного типа.
25. Внешние и внутренние потери в паровых турбинах.
26. Лопаточный КПД турбинной ступени.
27. Переменный режим работы паровых турбин.
28. Способы регулирования мощности многоступенчатых паровых турбин.
29. Основные циклы ГТУ.
30. Промежуточное охлаждение воздуха в ГТУ.
31. Утилизация теплоты отходящих газов в ГТУ.
32. Классификации ДВС.

33. Термодинамические циклы ДВС.

34. Пути повышения мощности и экономичности ДВС.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обуче-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	ние по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, оснащенная следующим основным оборудованием:

- доска маркерная – 1 шт.;
- доска меловая – 1 шт.;
- парты 20 шт. на 40 посадочных мест.

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- стенд «Гидропривод дорожно-строительных и подъемно-транспортных машин» - 1 шт.;
- стенд «Объемные гидромашины и гидроустройства» - 1 шт.;
- стенд «Насосы динамического типа» - 2 шт.;
- стенд «Вентиляционные системы» - 2 шт.;
- стенд «Механика жидкости» - 2 шт.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации <https://eleden.sbmpei.ru/>:

- персональный компьютер – 30 шт.;
- принтер – 1 шт.;
- мультимедийный проектор – 1 шт.;
- компьютерная сеть с выходом в Интернет – 1 шт.

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;

- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;

- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература.

1. Ведрученко, В. Р. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. Р. Ведрученко, Е. М. Резанов, Е. С. Лазарев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-1558-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972915583.html> (дата обращения: 23.10.2025).
2. Черниченко, В. В. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. В. Черниченко и др. - Москва : Инфра-Инженерия, 2021. - 172 с. - ISBN 978-5-9729-0589-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972905898.html> (дата обращения: 23.10.2025).
3. Зарубина, Н. В. Турбинные установки ТЭС и АЭС. Устройство, эксплуатация и ремонт : учебное пособие / Н. В. Зарубина, Н. Б. Карницкий. - Минск : Вышэйшая школа, 2020. - 431 с. - ISBN 978-985-06-3220-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850632203.html> (дата обращения: 23.10.2025).

Дополнительная литература.

1. Карницкий, Н. Б. Турбины АЭС и ТЭС. Курсовое проектирование : учебное пособие / Н. Б. Карницкий, А. В. Нерезько, Н. В. Пантелей. - Минск : Вышэйшая школа, 2019. - 246 с. - ISBN 978-985-06-3076-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850630766.html> (дата обращения: 23.10.2025).
2. Трухний, А. Д. Тихоходные паровые турбины атомных электрических станций : учебное пособие для вузов / Трухний А. Д. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01106-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011065.html> (дата обращения: 23.10.2025).

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10