



Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Башкирский государственный аграрный университет

Кафедра «Теплоэнергетика и физика»

## **Б1.О.16 ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по организации самостоятельной работы обучающихся

Направление подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профили подготовки  
Энергообеспечение предприятий

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Уфа 2024

Методические указания разработаны доцентами Юхиным Д.П., Харисовым Д.Д. Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Теплоэнергетика и физика» 21 марта 2024 г. протокол №8 и методической комиссией энергетического факультета 21 марта 2024 г. протокол №7.

Методические указания для выполнения самостоятельных работ по дисциплине Б1.О.16 «Техническая термодинамика» предназначены для студентов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», и содержат общие понятия и виды самостоятельной работы, перечень вопросов внеаудиторной самостоятельной работы студентов, формы контроля, памятку работы с литературой.

Методические указания разработаны в помощь студентам, для развития познавательной активности и самостоятельности в приобретении прочных фундаментальных знаний, на основе которых он смог бы обучаться самостоятельно в нужном ему направлении.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка	4
Виды самостоятельной работы обучающегося	5
Руководство и контроль самостоятельной работы обучающегося	6
Методические рекомендации по оформлению форм контроля	9
Перечень вопросов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Техническая термодинамика»	11
Библиографический список	12

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), в результате освоения ОПОП бакалавриата, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения дисциплины «Техническая термодинамика»:

### **Знать:**

- теплофизические свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;
- основные законы термодинамики и термодинамических соотношений;
- основы термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов тепловых машин и их показателей;
- основные законы теплотехники в профессиональной деятельности;
- сущность проблем на основе знаний законов теплотехники.

### **Уметь:**

- использовать знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;
- демонстрировать понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений;
- применять знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов тепловых машин и их показателей;
- применять теоретические знания основных законов теплотехники в профессиональной деятельности;
- выявлять сущность проблем на основе знаний законов теплотехники.

### **Владеть:**

- навыками использования знаний теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;
- навыками демонстрации основных законов термодинамики и термодинамических соотношений;
- навыками применения основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов тепловых машин и их показателей;
- навыками применения теоретических знаний основных законов теплотехники в профессиональной деятельности;
- навыками выявления сущности проблем на основе знаний законов теплотехники.

В соответствии с ОПОП бакалавриата программа изучения каждой из дисциплин, входящих в УП, предусматривает, кроме обязательных часов аудиторной работы, также и определённые объёмы самостоятельной работы студентов.

На изучение дисциплины «Техническая термодинамика» предусматривается 252 часа. Для обучающихся очной формы обучения на лекционные, практические и лабораторные занятия отводится 88 часов. Это означает, что для освоения данной дисциплины необходимо 128 часов самостоятельной работы (из них 36 часов для подготовки к экзамену). Для обучающихся заоч-

ной формы с полным сроком обучения, программа предусматривает всего 28 часов аудиторной работы, следовательно, для самостоятельной работы необходимо 188 часов.

## **ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ**

Одной из важных задач в подготовке бакалавров является выработка и развитие у студентов навыков к самообразованию, способности самостоятельно овладеть знаниями так, чтобы успешно применять их в последующей профессиональной деятельности. Это важно как для бакалавра по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», так и для представителей других направлений. Основной формой самообразования является самостоятельная работа обучающегося.

Для успешного выполнения самостоятельной работы обучающихся необходимы планирование и контроль со стороны преподавателей, а также планирование объема самостоятельной работы в рабочих учебных планах направлений профилирующими кафедрами, учебной частью, методическими службами высшего учебного заведения.

Ввиду наличия вариантов определения самостоятельной работы в педагогической литературе будем придерживаться следующей формулировки: **самостоятельная работа** - это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Таким образом, самостоятельная работа предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Существуют различные виды индивидуальной самостоятельной работы обучающихся:

- подготовка к лекциям, практическим занятиям и к лабораторным работам;
- зачетам, экзаменам.

Но самостоятельную работу обучающихся также можно представить, как результат мыслительной деятельности в виде написания:

- реферата, контрольной работы, индивидуального домашнего задания;
- расчетно-графической работы, курсовой работы (проекта);
- на заключительном этапе - выполнение дипломной работы(проекта).

В этом смысле самостоятельная работа является своего рода продолжением аудиторных занятий дома, в библиотеке, углублением и дополнением знаний, полученных в аудитории.

Самостоятельную работу обучающихся следует подразделять на плановую (предусмотренную в УП) и внеплановую.

К плановой относится:

- подготовка к практическим (лабораторным) занятиям, зачетам, экза-

менам;

- написания рефератов, расчетно-графической работы, курсовой работы (проекта).

Внеплановыми видами самостоятельной работы обучающихся являются:

- написание научных статей и тезисов, докладов, рецензий;
- участие в студенческих научных сессиях, круглых столах, дискуссиях, конференциях, выставках;
- разбор конкретных ситуаций по определенным проблемам энергетики, изучение нормативно-технической документации, регистрации технической разработки и получение патента;
- изучение литературных источников или просмотр кино-и телефильмов по определенной тематике с последующим обсуждением с преподавателем, изучение и обобщение опубликованной и неопубликованной информации.

Самостоятельная работа обучающихся реализуется с помощью обеспечения комплекса образовательных услуг:

- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в электронной образовательной среде, а также в библиотеке и читальных залах БГАУ, архивах, укомплектованных необходимой учебной и научной литературой;
- дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и научных задач.
- интернета.

Самостоятельная работа обучающихся способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к познавательной деятельности;
- овладению приемами процесса познания;
- развитию познавательных способностей.

Именно поэтому она становится главным резервом повышения эффективности подготовки бакалавров.

## **РУКОВОДСТВО И КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ**

Самостоятельная работа обучающихся направления 13.03.01 «Теплоэнергетика теплотехника» по дисциплине «Техническая термодинамика» предполагает следующие виды отчетности:

- конспектирование основных терминов, законов и формул к практическим работам, согласно тематическому плану дисциплины;
- подготовка ведомости эксперимента к лабораторным работам, согласно тематическому плану дисциплины;
- выполнение домашних заданий по практикуму разнообразного харак-

тера – решение задач, построение графиков и т.п., согласно тематическому плану дисциплины;

- изучение нормативно-технической документации и выполнение расчетно-графической работы;

- подготовка к текущей и итоговой аттестации – экзамену;

- изучение и конспектирование вопросов для самостоятельного изучения, согласно приложению 1 «Фонд оценочных средств» к рабочей программе дисциплины «Техническая термодинамика»;

- подготовка и написание докладов, рефератов, сообщений и других письменных работ на заданные темы;

- поиск и отбор информации по научным направлениям, написание статей и тезисов;

- изучение литературных источников по дисциплине, изучение и обобщение опубликованной и неопубликованной информации (статей).

В зависимости от вида отчетности самостоятельной работы обучающихся рекомендуется использовать различные формы руководства и контроля преподавателя (Таблица 1).

Таблица 1. Формы руководства и контроля СРО

<b>Виды СРО</b>	<b>Руководство и контроль преподавателя</b>
Краткое конспектирование теоретического материала, для подготовки к практическому занятию	Осуществляется выборочная проверка подготовки конспекта у студентов к практическому занятию
Подготовка ведомости эксперимента к лабораторным работам	Осуществляется полная проверка подготовки ведомости эксперимента к лабораторному занятию у студентов
Выполнение домашнего задания-решение задач, построение графиков	Осуществляется выборочная проверка выполнения домашнего задания у студентов
Изучение нормативно-технической документации и подбор литературы, разработка задания и выполнение расчетно-графической работы	Осуществляется еженедельно, согласно графику консультаций и НИРС, проводятся: <ul style="list-style-type: none"><li>- индивидуальные беседы и консультации с преподавателем;</li><li>- проверка обзора источников литературы и собеседование по проработанной литературе;</li><li>- разработка и проверка задания;</li><li>- составление плана работы и разработка методики получения результатов</li></ul>
Подготовка к текущей и итоговой аттестации	Осуществляется согласно графику аттестаций (2 раза в семестр), проводится проверка знаний на промежу-

	<p>точном этапе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение групповых письменных контрольных работ с их проверкой;</li> <li>- тестирование.</li> </ul> <p>На заключительном этапе проводится экзамен с проверкой полученных знаний</p>
Изучение и конспектирование вопросов для самостоятельного изучения, согласно приложению 1 «Фонд оценочных средств» к рабочей программе дисциплины «Техническая термодинамика»	Осуществляется полная проверка письменных конспектов по текущим разделам дисциплины у студентов
Подготовка и написание докладов, рефератов, сообщений и других письменных работ на заданные темы	<p>Осуществляется при наличии задолженностей, пропусков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- беседы и консультации с преподавателем;</li> <li>- проверка рефератов, сообщений и других работ</li> </ul>
Поиск и отбор информации по научным направлениям, написание статей и тезисов	<p>Проводятся, согласно графику научных сессий и конференций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- беседы и консультации с преподавателем, проверка рефератов и докладов;</li> <li>- проверка конспектов тезисов и статей;</li> <li>- разработка и создание поисковых ситуаций;</li> <li>- разработка методики получения опытной информации</li> </ul>
Изучение литературных источников по дисциплине, изучение и обобщение опубликованной и неопубликованной информации (статей)	Проводятся консультации с преподавателем и собеседование по проработанной литературе, осуществляется проверка выхода статей

Задания для самостоятельной работы выдаются в начале семестра, определяются сроки их выполнения.

Критерии оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся:

- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.



## МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ФОРМ КОНТРОЛЯ

1) Составление краткого конспекта для подготовки к практическим занятиям заключается в записи основных положений, законов теоретического материала по текущей теме, а также справочных данных.

2) Составление ведомости эксперимента к лабораторным работам заключается в написании конспекта с указанием: названия работы, цели работы, краткого изложения основных положений, изображением схемы установки, подготовкой таблиц и т.п.

3) Выполнение домашнего задания - решение задач сводится к внимательному прочтению условия и попытке выявить явление, установить основные законы, которые используются в задаче, а после приступить к непосредственно поиску правильного ответа.

Для грамотного поиска ответа, в действительности, необходимо хорошо владеть только двумя умениями – уяснить смысл, который отражает суть задания, и верно выстраивать цепочку различных мини-вопросов, ведущих к ответу на основной вопрос задачи. Определившись в итоге, с законом, который применяется в определенной задаче, необходимо начинать задавать себе конкретные, короткие вопросы, при этом каждый следующий должен непременно быть связан с предшествующим, либо главным законом задачи.

В результате, выстраивается точная логическая цепочка из взаимосвязанных мини-вопросов, а также мини-ответов к ним, то есть появляется структурированность, определенный каркас, который поможет найти выражение в формулах, связанных между собой. В итоге, получив подобную структуру, необходимо просто решить полученные выражения и получить ответ.

4) Для написания РГР по теме «Циклы тепловых и холодильных установок» нужно воспользоваться методическими указаниями, которые выложены на сайте библиотеки <http://biblio.bsau.ru/> или ЭИОС <https://edu.bsau.ru/my/>.

5) Для подготовки к текущей и итоговой аттестаций необходимо проработать все примерные вопросы, тесты, задачи из приложения 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств», которое выложено на сайте библиотеки <http://biblio.bsau.ru/> или ЭИОС <https://edu.bsau.ru/my/>.

6) Одним из видов СРС является написание реферата по согласованной с преподавателем теме. Составной частью написания реферата является его анализ, который способствует углублению, систематизации и закреплению полученных студентами теоретических знаний, умений самостоятельно применять их для решения задач, предусмотренных программой курса, дает навык работы с первоисточниками, научной и периодической литературой, включая статистические материалы. В результате творческого подхода на основе глубокого изучения литературы студент должен продемонстрировать свое понимание полученной темы, умение самостоятельно раскрыть ее, выделив главное, сделать обоснованные выводы.

Преподавателем разрабатывается тематика рефератов, причем студенты могут вносить свои предложения по уточнению темы или предложить

преподавателю подготовить реферат по инициативной теме.

Выбрав тему, обучающийся подбирает литературу, пользуясь предметными и систематическими каталогами библиотек. При изучении литературы главное внимание надо уделить, прежде всего, тем главам, параграфам книг или тем статьям, которые непосредственно связаны с планом реферата.

При этом студенту следует обратить внимание на расхождения и особенности трактовок одних и тех же вопросов разными авторами. Знакомясь с литературой, необходимо брать на заметку и технические приемы анализа (форм, методов группировки данных), которые использует автор для доказательства своих положений.

В работе по сбору, изучению и обработке материала можно использовать все источники, относящиеся к теме: учебники, монографии, статьи научно-практических конференций, решения органов власти.

Особое внимание необходимо обращать на ведение выписок. Рекомендуется делать их в тетради или листках формата А4. Записи лучше вести с одной стороны, что позволит последовательно использовать их в ходе оформления работы. Собранный материал необходимо систематизировать, распределить в соответствии с рабочим планом, который представляет собой перечень основных вопросов содержания реферата. Он может быть, как простым, так и развернутым, многоуровневым, когда каждый вопрос детализируется, расчленяется на составные части. План раскрывает внутреннюю структуру работы, он должен быть строго выдержан логически, поэтому составление его - ответственный этап в подготовке реферата.

Обычный развернутый план представляет детальный перечень согласующихся между собой вопросов и подвопросов, а если необходимо, то еще пунктов и подпунктов к ним. Это «каркас» реферата, который затем наполняется соответствующим содержанием.

Если при подборе материала студент вышел за пределы установленного объема, необходимы правка и сокращение. Для этого следует внимательно прочесть текст, убрать малозначащие фразы и недостаточно убедительные доказательства, пространные обороты речи заменить более сжатыми. В то же время сокращения не должны исказить содержание работы. Помогает в работе использование различных словарей.

Методика написания рефератов требует последовательности работы над текстом и соблюдения правил оформления, использования источников и научно-справочного аппарата, литературного редактирования, ведь важным элементом реферата является список литературы. Рекомендуется пользоваться стандартом организации СТО-2018, где указаны все тонкости оформления и написания текста рукописи.

7) Также видом СРО является научный доклад, что есть результат самостоятельной работы студентов и подводит итоги углубленного изучения специальной литературы по научной тематике (научные статьи). Тема научной статьи согласуется с преподавателем.

В докладе обосновывается актуальность темы, раскрывается суть основных подходов и концепций по данной проблеме, делаются общие выводы,

и указывается краткий обзор использованной литературы.

Таким образом, следует показать ключевые аспекты рассматриваемой проблемы, выявить возможность применения полученных знаний.

Написание и оформление самой статьи, как правило, описывается в приглашениях на планируемую конференцию.

8) Для изучения и конспектирования вопросов для СРО, которые изложены в приложении 1 к рабочей программе дисциплины - «Фонд оценочных средств», необходимо воспользоваться основной и дополнительной литературой, ресурсами информационно-теле-коммуникативной сети Интернет, указанной, непосредственно, в самой рабочей программе «Техническая термодинамика», (на сайте библиотеки <http://biblio.bsau.ru/> или ЭИОС <https://edu.bsau.ru/my/>).

Конспектирование вопросов для самостоятельного изучения должно оформляться в отдельной рабочей тетради.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА»**

1. Теплотехника как основа теплоэнергетики.
2. Меры и единицы измерения теплофизических величин.
3. Методы и приборы для описания состояния термодинамических систем.
4. Теплотехнический эксперимент. Нормальные физические и технические условия.
5. Эквивалентность теплоты и механической энергии (методики Майера и Джоуля.)
6. Компрессорные машины высоких давлений (многоступенчатые компрессоры).
7. Циклы ядерных энергетических установок.
8. Циклы ракетных двигателей ЖРД и ТРД.
9. Цикл Ренкина на перегретом паре.
10. Индикаторная диаграмма ДВС.
11. Характеристики хладагенирующих установок.
12. Применение дросселирования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### **а) основная литература**

1. Цирельман, Н. М. Техническая термодинамика: учебное пособие для вузов / Н. М. Цирельман. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-8522-2. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/176665> (дата обращения: 04.10.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Барилевич, В. А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2022. – 432 с. – Режим доступа: <https://znanium.ru/catalog/document?id=400117>

3. Кудинов В. А. Теплотехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. – М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 424 с. – Режим доступа: <https://znanium.ru/catalog/document?id=368310>

4. Новиков, И. И. Термодинамика [Текст]: учебное пособие / И. И. Новиков. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2016. – 589 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Рудобашта, С. П. Теплотехника [Текст]: учебник для студ. вузов, обучающихся по направлению «Агроинженерия»: допущено МСХ РФ / С. П. Рудобашта; Ассоциация «АГРООБРАЗОВАНИЕ». - М.: КолосС, 2010. - 599 с.

2. Теплотехника [Текст]: учебник для студ. вузов /под ред. А. П. Баскакова. –М.: БАСТЕТ, 2010. - 325 с.