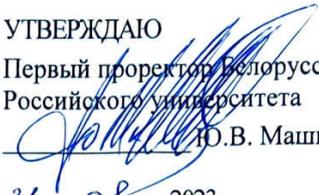


Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета


Ю.В. Машин

31. 08 2023

Регистрационный № УД-200309/Б.1.0137р

ТЕРМОДИНАМИКА

(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Направленность (профиль) Техносферная безопасность (общий профиль)

Квалификация Бакалавр

| | Форма обучения |
|---|----------------|
| | Очная |
| Курс | 2 |
| Семестр | 3 |
| Лекции, часы | 16 |
| Лабораторные занятия, часы | 16 |
| Экзамен, семестр | 3 |
| Контактная работа по учебным занятиям, часы | 32 |
| Самостоятельная работа, часы | 76 |
| Всего часов / зачетных единиц | 108 / 3 |

Кафедра-разработчик программы: «Техносферная безопасность и производственный дизайн»
(название кафедры)

Составитель: П. С. Орловский
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев 2023

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 680 от 25.05.2020, учебным планом рег. № 200301-2.1, утвержденным 28.04.2023.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн»

30 08 2023, протокол № 1.

Зав. кафедрой «Техносферная безопасность и производственный дизайн»


_____ А.В. Щур

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом Белорусско-Российского университета

30 08 2023 г., протокол № 1.

Зам. председателя
Научно-методического совета


_____ С.А. Сухоцкий

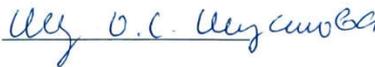
Рецензент:

В. А. Шаршунов, профессор кафедры техносферной безопасности и общей физики БГУТ, чл.-корр. НАН, д-р техн. наук, профессор

(И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание рецензента)

Рабочая программа согласована:

Ведущий библиотекарь



Начальник учебно-методического
отдела


_____ О. Е. Печковская

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является ознакомление бакалавров с основными законами и положениями технической термодинамики и теплопередачи, знания которых необходимы для грамотной эксплуатации теплотехники и теплового оборудования, выбора энергосберегающих технологий.

1.2. Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- предмет термодинамики и его связь с другими отраслями знаний;
- основные понятия и определения, смеси рабочих тел;
- законы термодинамики;
- реальные газы и пары, идеальные газы;
- газовые смеси;
- истечение и дросселирование газов;
- термодинамику потоков, фазовые переходы, химическую термодинамику;
- теорию теплообмена: теплопроводность, конвекцию, излучение, теплопередачу;
- теплогенерирующие устройства;
- основные закономерности процессов переноса теплоты, движения жидкости и газов применительно к технологическим агрегатам;
- основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса;
- основные группы и классы современных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора.

уметь:

- использовать законы идеальных газов при решении задач;
- решать задачи по определению количества теплоты с помощью значений теплоемкости и удельной теплоты сгорания топлива;
- определять коэффициенты теплопроводности и теплоотдачи расчетным путем;
- рассчитывать и анализировать процессы внешнего и внутреннего теплообмена в аппаратах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы теплотехники;
- применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности;
- применять методы анализа и обработки экспериментальных данных, систематизации научно-технической информации.

владеть:

- понятийно-терминологическим аппаратом в области термодинамики, теплообмена и теплотехники;
- методами компьютерной графики;
- навыками работы с современными программными средствами;
- методами анализа технологических процессов и их влияния на качество получаемых продуктов.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к Блоку 1 "Дисциплины (модули)" (Обязательная часть Блока 1). Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- Физика (2 семестр);
- Химия;
- Математика.

Перечень учебных дисциплин (циклов дисциплин), которые будут опираться на данную дисциплину:

– «Гидравлика и пневматика»;

– «Энергосбережение».

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

| Коды формируемых компетенций | Наименования формируемых компетенций |
|------------------------------|--|
| УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| ПК-6 | Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач |

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

| Номера тем | Наименование тем | Содержание | Коды формируемых компет. |
|------------|--|--|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Введение. Основные понятия и исходные положения термодинамики | Предмет термодинамики и теплотехники и его связь с другими отраслями знаний. Цели, задачи и содержание дисциплины. Краткая справка об истории развития термодинамики и теплотехники. Термодинамическая система. Параметры состояния: температура, давление, удельный объем. Уравнение состояния. Уравнение Ван дер Ваальса. Термодинамические процессы. Идеальные газы и их смеси. | УК-1, ПК-6 |
| 2 | Первый закон термодинамики | Внутренняя энергия. Работа и теплота. Внутренняя энергия идеального газа. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы. Теплоёмкость идеального газа. Уравнение Майера. Теплоёмкости одноатомных газов. | УК-1, ПК-6 |
| 3 | Второй закон термодинамики | Понятие энтальпии и энтропии. Второй закон термодинамики. TS - диаграмма. Принцип эквивалентности тепловой и механической энергии. | УК-1, ПК-6 |
| 4 | Циклы Карно. Неравенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики | Прямой цикл Карно. Обратный цикл Карно. Первая и вторая теоремы Карно. Неравенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики. | УК-1, ПК-6 |
| 5 | Термодинамические потенциалы. Эффект Джоуля-Томсона | Термодинамические потенциалы. Эффект Джоуля-Томсона. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. | УК-1, ПК-6 |

| | | | |
|---|--|---|---------------|
| 6 | Принцип Ле-Шателье–Брауна. Термодинамика необратимых процессов. Циклы энергетических установок | Принцип Ле-Шателье–Брауна. Термодинамика необратимых процессов. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме (Отто). Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении (Дизель). | УК-1, ПК-6 |
| 7 | Циклы энергетических установок | Цикл со смешанным подводом теплоты. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Процессы в компрессионных машинах. Процессы сжатия в поршневом компрессоре. Циклы реактивных двигателей. Реактивный двигатель. Компрессорный турбореактивный двигатель. Жидкостный реактивный двигатель. | УК-1, ПК-6 |
| 8 | Основы теплопередачи | Основы теории теплопередачи. Теплопроводность. Конвекционный теплообмен. Лучистый теплообмен. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Краевые условия. Начальные условия. Граничные условия. Классификация краевых задач. | УК-1, ПК-6 |
| 9 | Теплопроводность при стационарном режиме | Плоская стенка. Термическое сопротивление. Теплопроводность при объемном тепловыделении. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Коэффициент теплопередачи. Многослойная плоская стенка. Цилиндрическая стенка. Контактное термическое сопротивление. | УК-1, ПК-6 |

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

| № недели | Лекции (наименование тем) | Часы | Лабораторные занятия | Часы | Самостоятельная работа, часы | Форма контроля знаний | Баллы (max) |
|-----------------|--|------|--|------|------------------------------|-----------------------|---------------|
| Модуль 1 | | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Введение. Основные понятия и исходные положения термодинамики | 2 | Л.р. № 1. Законы термодинамики. Примеры расчетов по термодинамике | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | Тема 2. Первый закон термодинамики | 2 | Л.р. № 2. Расчеты по уравнению состояния. Расчет теплоемкости газов | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | Тема 3. Второй закон термодинамики | 2 | Л.р. № 3. Расчет состава и теплоемкости смеси газов. Истечение и дросселирование газов | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | Тема 4. Циклы Карно. Неравенство Клаузиуса. Основное уравнение термодинамики | 2 | Л.р. № 4. Расчеты с использованием первого закона термодинамики. Определение направления термодинамических процессов | 2 | 5 | ЗЛР ЗИЗ ПКУ | 5 10 30 |
| 8 | | | | | | | |
| Модуль 2 | | | | | | | |
| 9 | Тема 5. Термодинамические потенциалы. Эффект Джоуля-Томсона | 2 | Л.р. № 5. Циклы энергетических установок. Теплообмен. Решение типовых задач | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | Тема 6. Принцип Лешателье–Брауна. Термодинамика необратимых процессов. Циклы энергетических установок | 2 | Л.р. № 6. Теплопроводность и теплопередача при стационарном режиме. Теплопроводность при нестационарном режиме | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |
| 12 | | | | | | | |
| 13 | Тема 7. Циклы энергетических установок | 2 | Л.р. № 7. Свободная тепловая конвекция в неограниченном пространстве. Свободная тепловая конвекция в ограниченном пространстве. Расчет конвективного теплообмена в помещении | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | Темы 8-9. Основы теплопередачи. Теплопроводность при стационарном режиме | 2 | Л.р. № 8. Расчет теплопроводности твердых поверхностей. Расчет лучистого теплообмена между поверхностями. | 2 | 5 | ЗЛР | 5 |

| № недели | Лекции (наименование тем) | Часы | Лабораторные занятия | Часы | Самостоятельная работа, часы | Форма контроля знаний | Баллы (max) |
|------------------|------------------------------|-----------|----------------------|-----------|------------------------------|-----------------------|-------------|
| 16 | | | | | | ЗИЗ ПКУ | 10 30 |
| 18-21 | | | | | 36 | ПА (Экзамен) | 40 |
| Итого за семестр | | 16 | | 16 | 76 | | 100 |

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ЗИЗ – защита индивидуального задания;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости;

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Экзамен

| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--------|---------|--------|-------------------|---------------------|
| Баллы | 87-100 | 65-86 | 51-64 | 0-50 |

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

| № п/п | Форма проведения занятий | Виды аудиторных занятий | | Всего часов |
|-------|--|-------------------------|--|-----------------|
| | | Лекции | Лабораторные занятия | |
| 1 | Традиционные | Темы 1–7 | Л.р. № 5-6 | 14 (лек)+4(лаб) |
| 2 | Проблемные / проблемно-ориентированные | Тема 8-9 | – | 2 (лек) |
| 3 | Расчетные | – | Л.р. № 1 – Л.р. №4, Л.р. № 7 – Л.р. № 8 | 12 (лаб) |
| | ИТОГО | 16 | 16 | 32 |

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

| № п/п | Вид оценочных средств | Количество комплектов |
|-------|--|-----------------------|
| 1 | Вопросы к экзамену | 1 |
| 2 | Экзаменационные билеты | 1 |
| 3 | Вопросы к защите лабораторных работ | 7 |
| 4 | Материалы к индивидуальному заданию №1 | 1 |
| 5 | Материалы к индивидуальному заданию №2 | 1 |

5 МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

5.1 Уровни сформированности компетенций

| № п/п | Уровни сформированности компетенции | Содержательное описание уровня | Результаты обучения |
|--|-------------------------------------|---|---|
| Компетенция УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | | | |
| ИУК-1.11 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации в понимании процессов и явлений в гидравлике и пневматике | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Знать основные законы тепломассообмена и термодинамики, теплофизические свойства веществ | Умение под руководством преподавателя решать конкретные задачи тепломассообмена инженерными методами |
| 2 | Продвинутый уровень | Знать основные законы тепломассообмена и термодинамики, теплофизические свойства веществ; сущность физических термодинамических процессов происходящих в агрегатах и узлах устройств и оборудования, знать и уметь применять основные методики расчетных и экспериментальных исследований | Умение самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели технических систем |
| 3 | Высокий уровень | Знать основные законы тепломассообмена и термодинамики, теплофизические свойства веществ; сущность физических термодинамических процессов происходящих в агрегатах и узлах устройств и оборудования. Уметь проводить анализ результатов исследований и делать обобщающие выводы | Умение самостоятельно решать конкретные задачи тепломассообмена инженерными методами; формулировать требования к решению технических и технологических проблем эксплуатации теплотехнического оборудования с учетом требований безопасности |
| Компетенция ПК-6: Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач | | | |
| ИПК-6.4 Способен реализовывать технические решения с учетом знаний по гидравлике и пневматике | | | |
| 1 | Пороговый уровень | Знать основные законы тепломассообмена и термодинамики, теплофизические свойства веществ | Умение под руководством преподавателя решать конкретные задачи тепломассообмена инженерными методами |
| 2 | Продвинутый уровень | Знать основные законы тепломассообмена и термодинамики, теплофизические свойства веществ; сущность физических термодинамических процессов происходящих в агрегатах и узлах устройств и оборудования, знать и уметь применять основные методики расчетных и экспериментальных исследований | Умение самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели технических систем |
| 3 | Высокий уровень | Знать основные законы тепломассообмена и термодинамики, теплофизические свойства веществ; сущность физических термодинамических процессов происходящих в агрегатах и узлах устройств и оборудования. Уметь проводить анализ результатов исследований и делать обобщающие выводы | Умение самостоятельно решать конкретные задачи тепломассообмена инженерными методами; формулировать требования к решению технических и технологических проблем эксплуатации теплотехнического оборудования с учетом требований безопасности |

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

| Результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---------------------------|
| Компетенция УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | |
| Умение под руководством преподавателя решать конкретные задачи | Защита лабораторных работ |

| Результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|
| тепломассообмена инженерными методами | Защита индивидуальных заданий Вопросы к экзамену |
| Умение самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели технических систем | Защита лабораторных работ Защита индивидуальных заданий Вопросы к экзамену |
| Умение самостоятельно решать конкретные задачи теплообмена инженерными методами; формулировать требования к решению технических и технологических проблем эксплуатации теплотехнического оборудования с учетом требований безопасности | Защита лабораторных работ Защита индивидуальных заданий Вопросы к экзамену |
| Компетенция ПК-6: Способен использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач | |
| Умение под руководством преподавателя решать конкретные задачи теплообмена инженерными методами | Защита лабораторных работ Защита индивидуальных заданий Вопросы к экзамену |
| Умение самостоятельно строить и исследовать математические и механические модели технических систем | Защита лабораторных работ Защита индивидуальных заданий Вопросы к экзамену |
| Умение самостоятельно решать конкретные задачи теплообмена инженерными методами; формулировать требования к решению технических и технологических проблем эксплуатации теплотехнического оборудования с учетом требований безопасности | Защита лабораторных работ Защита индивидуальных заданий Вопросы к экзамену |

5.3 Критерии оценки лабораторных работ.

Студент обязан самостоятельно в полном объеме выполнить лабораторные работы согласно рабочей программе.

Задание на работы выдает ведущий занятия преподаватель.

По результатам выполнения работ студент обязан оформить отчет по лабораторной работе в соответствии с действующими в университете требованиями по оформлению отчетов.

Отсутствие отчета является причиной недопуска к защите лабораторной работы.

За присутствие на лабораторной работе начисляется 1 балл.

За наличие правильно оформленного отчета начисляется 1 балл.

Защита лабораторной работы проводится устно, путем ответов на контрольные вопросы к работе и демонстрации навыков, полученных при выполнении работы.

При защите лабораторной работы студент имеет право пользоваться собственноручно оформленным отчетом.

При отсутствии ответов на заданные преподавателем вопросы защита не засчитывается и баллы не выставляются.

Правильные ответы оцениваются согласно оценочным уровням сформированности компетенций по изучаемой теме.

Исчерпывающие ответы по изучаемой тематике оцениваются в 3 балла.

Суммарная оценка за сдаваемую лабораторную работу начисляется в соответствии с представленными критериями.

5.4 Критерии оценки индивидуального задания

В течение семестра студент выполняет два индивидуальных задания.

Варианты и материалы к индивидуальным заданиям выдает преподаватель. Каждое задание включает 4 задачи. Тематика задач соответствует разделам, изучаемым в лекционном курсе.

За правильно выполненное, оформленное и защищенное задание начисляется 10 баллов.

За правильно оформленное задание начисляется 3 балла. При этом необходимо привести условия задач, расчетные схемы и решения с необходимыми пояснениями.

За правильно решенную задачу начисляется 1 балл, а за четыре задачи – 4 балла.

За исчерпывающие ответы при защите задания начисляется 3 балла.

При отсутствии ответов на заданные преподавателем вопросы задание не засчитывается и баллы не выставляются.

Суммарная оценка за индивидуальное задание начисляется в соответствии с представленными критериями.

5.5 Критерии оценки экзамена.

Экзамен сдается в устной форме согласно списку вопросов к экзамену по дисциплине. Задание оформлено в виде билета, содержащего 3 вопроса. На этапе выбора студент не знает содержания билета.

Оценивание проводится при использовании четырехбалльной системы: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- подготовка к аудиторным (лабораторным) занятиям;
- решение задач и упражнений по образцу;
- работа с материалами курса, вынесенными на самостоятельное изучение;
- подготовка к экзамену.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется при проверке индивидуального задания, защите лабораторных работ, оценке правильности ответов в ходе сдачи зачета.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются:

- уровень усвоения студентом учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при решении задач по гидравлике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- сформированные компетенции в соответствии с целями и задачами изучения дисциплины.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

| №п /п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы | Гриф | Кол. экз. / URL |
|-------|---|---|---|
| 1 | Белов, Г. В. Термодинамика : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 572 с. — (Высшее образование). | Рек. УМО ВО в качестве учебника и практикума для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим, естественнонаучным направлениям | https://www.urait.ru/bcode/531189 |
| 2 | Гажур, А. А. Теплотехника. Теплопередача и термодинамика : учебник / А. А. Гажур. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 312 с. | | https://znaniyum.com/catalog/product/2100421 |

7.2 Дополнительная литература

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы | Гриф | Кол. экз. / URL |
|-------|---|--|---|
| 1 | Барилевич, В. А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена : учебное пособие / В.А. Барилевич, Ю.А. Смирнов. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 432 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). | Доп. УМО вузов России по обр. в области энергетики и электротехники в качестве уч.пособия для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» | https://znaniyum.com/catalog/product/1741366 |

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы | Гриф | Кол. экз. / URL |
|-------|---|------|---|
| 2 | Шаров, Ю. И. Термодинамика и теплопередача : учебник / Ю. И. Шаров. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. - 311 с. | | https://znanium.com/catalog/product/1868893 |

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

<https://lib-bkm.ru/>

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1. Орловский, П. С. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Термодинамика» для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» дневной формы обучения. – Могилев : Белорусско-Российский университет, 2023. – 48 с. (электронный вариант)

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Используемое материально-техническое обеспечение дисциплины приведено в паспорте лаборатории «Гидравлика и энергосбережение», рег.номер № ПУЛ-4.239–08/1-22.