

Образовательная программа высшего образования  
Направление подготовки бакалавриата 15.03.02  
«Технологические машины и оборудование»  
Профиль подготовки «Экологическая безопасность производственных процессов»,  
РПД Б1.О.19 «Техническая термодинамика»



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

**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«НИУ «МЭИ» в г. Смоленске

  
В.В. Рожков  
« 03 » 05 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Направление подготовки: 15.03.02 «Технологические машины и оборудования»**

**Профиль: «Экологическая безопасность производственных процессов»**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Год набора: 2024**

Смоленск, 2024

Образовательная программа высшего образования  
Направление подготовки бакалавриата 15.03.02  
«Технологические машины и оборудование»  
Профиль подготовки «Экологическая безопасность производственных процессов»,  
РПД Б1.О.19 «Техническая термодинамика»



Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728

**Программу составил:**

к.т.н., доцент Синявский Ю.В.  
ФИО

«19» апреля 2024 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Технологические машины и оборудования»

«24» апреля 2024 г., протокол № 8

**Заведующий кафедрой «Технологические машины и оборудования»**

к.т.н., доцент Гончаров М.В.  
ФИО

«02» мая 2024 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

Зам начальника УУ Зуева Е.В.  
ФИО

«03» мая 2024 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины «Техническая термодинамика»** является подготовка обучающихся к решению задач профессиональной деятельности по направлению подготовки бакалавриата 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиля «Экологическая безопасность производственных процессов», посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС и установленных программой бакалавриата на основе профессиональных стандартов, в части представленных ниже знаний, умений и навыков, выполнение научно-исследовательского вида профессиональной деятельности.

**Задачами дисциплины** является:

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Техническая термодинамика» относится к базовой части дисциплин Б1.Б образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки бакалавриата 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиля «Экологическая безопасность производственных процессов».

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

- Б1.О.06 «Информационные технологии»
- Б1.О.09 «Механика жидкости и газа»
- Б1.О.15 «Инженерная и компьютерная графика»
- Б1.О.21 «Материаловедение»

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Техническая термодинамика»

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности;	ОПК-2.1 Сопоставляет способы поиска, обработки и анализа информации из различных источников	Знает: способы поиска, обработки и анализа информации из различных источников Умеет: обрабатывать и анализировать информацию из различных источников Владет навыками поиска, обработки и анализа

	<p>ОПК-2.2 Использует приемы представления информации в требуемом формате с использованием современных информационных технологий</p>	<p>информации из различных источников</p> <p>Знает:  основные законы термодинамики;  законы, описывающие процессы с идеальным и реальными газами;  законы, описывающие явления теплопроводности, конвективного теплообмена и теплообмена излучением;  термодинамические основы работы холодильных машин, компрессоров и сушильных установок;  термодинамические основы работы теплообменных аппаратов.</p> <p>Умеет:  рассчитывать преобразования внутренней энергии в теплоту и работу при различных видах термодинамических процессов с идеальными и реальными газами;  рассчитывать плотность теплового потока и поле температуры в процессах теплопроводности, конвекции и теплообмена излучением;  рассчитывать основные параметры работы холодильных машин, компрессоров и сушильных установок;  рассчитывать площадь поверхности теплообмена и тепловой баланс теплообменных аппаратов.</p> <p>Владеет:  навыками использования основных положений</p>
--	--	---

Образовательная программа высшего образования

Направление подготовки бакалавриата 15.03.02

«Технологические машины и оборудование»

Профиль подготовки «Экологическая безопасность производственных процессов»,

РПД Б1.О.19 «Техническая термодинамика»



		технической термодинамики и теории теплопередачи при расчете и моделировании тепловых процессов в технологических машинах и оборудовании.
--	--	---



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

№	Индекс	Наименование	Семестр 5										Итого за курс										Каф	Семестр
			Контроль	Академических часов								з.е.	Контроль	Академических часов								з.е.		
				Всего	Кон такт	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль			Всего	Кон такт	Лек	Лаб	Пр	КРП	СР	Конт роль			
4	Б1.О.19	Техническая термодинамика	Эк	180	50	18	16	16		94	36	5	Эк	180	50	18	16	16		94	36	5	18	5

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз - экзамен;

ЗаО - зачет с оценкой;

За – зачет;

##### Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. – лекционные занятия;

Лаб.– лабораторные работы;

Пр. – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е.– объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	лекционные занятия 9 шт. по 2 часа: 1.1. Основные понятия термодинамики. I закон термодинамики. закон термодинамики. Эксергия. (4 часа) 1.2. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. 1.3. Влажный воздух. Процессы с влажным воздухом. 1.4. Стационарная теплопроводность. 1.5. Конвективный теплообмен. 1.6. Теплообмен при фазовых превращениях. 1.7. Теплообмен излучением. 1.8. Теплообменные аппараты.
2	лабораторные работы 8 шт. по 2 часа: 2.1. Исследование процессов конвективной сушки. 2.2. Исследование процессов конвективной сушки. 2.3. Изучение работы парокompрессорной холодильной машины. 2.4. Изучение работы парокompрессорной холодильной машины. 2.5. Изучение теплообмена при свободной конвекции. 2.6. Изучение теплообмена при свободной конвекции. 2.7. Изучение теплообмена излучением. 2.8. Изучение теплообмена излучением.
3	практические занятия 8 шт. по 2 часа: 3.1. Основные понятия термодинамики. I закон термодинамики. II закон термодинамики. Эксергия 3.2. Процессы с идеальным газом. Реальные газы и водяной пар. 3.3. Расчет процессов с водяным паром. Расчет процессов с влажным воздухом 3.4. Расчет процессов теоретической сушки. 3.5. Расчет парокompрессорных холодильных машин. 3.6. Расчет тепловых потоков при стационарной теплопроводности в плоской стенке. 3.7. Расчет тепловых потоков при стационарной теплопроводности в цилиндрической и сферической стенках. 3.8. Расчет теплообмена при вынужденной конвекции. Расчет теплообмена излучением.
4	Самостоятельная работа студентов: Основные законы термодинамики Идеальные и реальные газы Движение газа по каналам. Истечение газа из отверстий Холодильные машины Теория теплопередачи Теплообменные аппараты.

**Текущий контроль:** опрос в виде тистирования, защита лабораторных работ.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Интерактивная лекция (лекция-визуализация) Интерактивная лекция (проблемная лекция)
	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде)
	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология письменного контроля, в том числе тестирование Компьютерное тестирование Тестирование в системе Moodle

## 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.

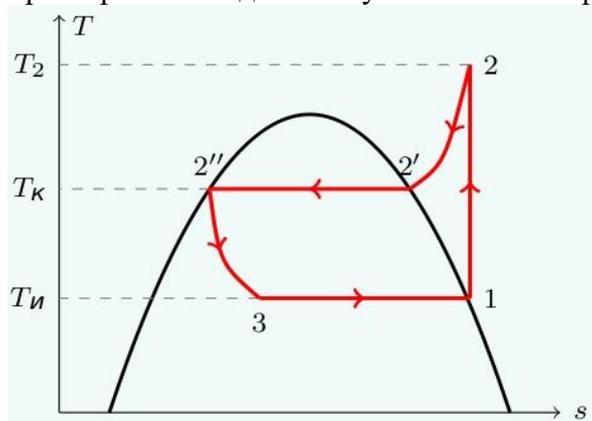
1. Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу дисциплины, предлагаемые в ходе промежуточного тестирования):

1. К газу подводится извне 200 кДж теплоты, изменение внутренней энергии составляет 20 кДж. Определить удельную работу, кДж/кг, если количество газа составляет 0,6 кг

**Выберите один ответ**

- 1) 20 кДж/кг.
- 2) 300 кДж/кг
- 3) 100 кДж/кг.

2. Установите соответствие между обозначениями процессов на  $T,s$  -диаграмме парокomppressorной холодильной установки и их физическим характером.



- Конденсация пара в конденсаторе
- Охлаждение пара в конденсаторе
- Получение теплоты в испарителе
- Сжатие пара в компрессоре
- Дросселирование хладагента

2. Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры заданий, решаемых на практических занятиях)

1. При адиабатном сжатии 1 кг воздуха от 0,1 МПа до 0,8 МПа работа сжатия 167,2 кДж/кг. Чему будет равна работа сжатия, если его провести по политропе с показателем  $n=1.1$ ?

2. В теплообменном аппарате для нагревания воздуха дымовыми газами температура дымовых газов на входе  $t'_1 = 350^\circ\text{C}$ , на выходе  $t''_1 = 200^\circ\text{C}$ , температура воздуха на входе  $t'_2 = -15^\circ\text{C}$ , на выходе  $t''_2 = 50^\circ\text{C}$ . Чему равна средняя разность температур в случае, если аппарат работает в режиме противотока?

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

1. Как изменится потребление энергии холодильной установкой, если уменьшить теплоту испарения хладагента при неизменной полной холодопроизводительности?

2. Каков физический смысл геометрического коэффициента облучения?

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

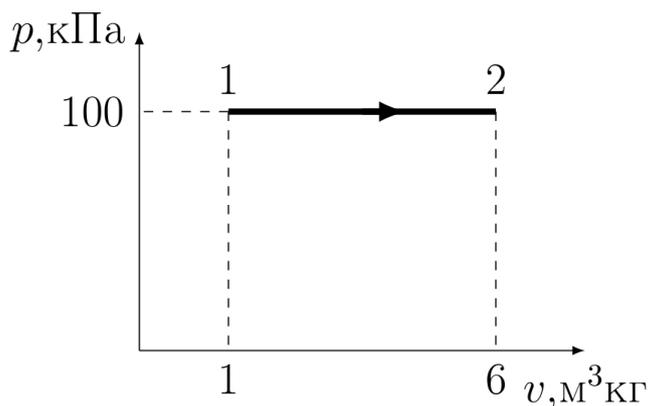
1. Средний температурный напор является наибольшим, при...

**Выберите один ответ**

- 1) противоточной схеме движения теплоносителей
- 2) прямоточной схеме движения теплоносителей
- 3) при перекрестном токе движения теплоносителей.
- 4) средний температурный напор не зависит от схемы движения теплоносителей

2. Известно, что температура в точке 1 равна 100 К. Чему равна температура в точке

2?



Результаты текущего контроля по вышеуказанным в разделе 4 видам фиксируются с использованием трехбалльной системы (0, 1, 2) в виде контрольных недель - при принятой в филиале системе на 6-й и 12-й учебной неделе семестра, а также учитываются преподавателем при осуществлении промежуточной аттестации по настоящей дисциплине.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен в 5-м семестре.

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 выставляются 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 не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
	<p>обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».</p>
<p>«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»</p>	<p>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».</p>
<p>«неудовлетворительно»/ не зачтено</p>	<p>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 обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаборатории «Гидравлика» на хоздворе.

В основное оборудование указанных лабораторий входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Механика жидкости и газов»:

лабораторные стенды с измерительными приборами и насосами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

## **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. Замалеев З.Х. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие по направлению бакалавриата 270800 «Строительство»/ З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов и др. [Электронный ресурс] – СПб: Лань, 2014. – 348 с.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=39146](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=39146)
2. Крестин Е.А., Крестин И.Е. Задачник по гидравлике с примерами расчета. 3-е изд., доп. [Электронный ресурс] – СПб: Лань, 2014. – 320 с.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=50160](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50160)

### **Дополнительная литература.**

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Гидрогазодинамика» /СФМЭИ; сост. В.А. Михайлов, А.М. Фокин. – Смоленск: СФМЭИ, 2008. – 24 с.: ил.
2. Михайлов, Владимир Александрович. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Тепловые двигатели и нагнетатели" / СФ МЭИ ; В. А. Михайлов, А. М. Фокин .— Смоленск : СФ МЭИ, 2006 .— 24 с. : ил. — 30.91.
3. Механика жидкости и газа. Избранное. Под общей ред. Крайко А.Н.; Ред.-сост. Крайко А.Н., Ватажин А.Б., Любимов Г.А. [Электронный ресурс]– СПб: Физматлит, 2003. – 384 с.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=48228](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=48228)
4. Кудинов В.А. Гидравлика: Учебное пособие/ В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2007. – 199 с.: ил.



- Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик, д-р техн. наук, проф. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1975. – 559 с.: ил.

**Список авторских методических разработок.**

- Синявский Ю.В. Комплект лекций по дисциплине «Техническая термодинамика» в формате мультимедийных презентаций, расположен на кафедральных ресурсах в аудитории В-321

- Синявский Ю.В. Практикум по дисциплине «Техническая термодинамика» в формате мультимедийных презентаций, расположен на кафедральных ресурсах в аудитории В-321



### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10