

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1159074	Теоретические основы теплоэнергетики

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Теплоэнергетика и теплотехника	Код ОП 1. 13.03.01/33.01
Направление подготовки 1. Теплоэнергетика и теплотехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Королев Владимир Николаевич	доктор технических наук, профессор	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники
2	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	Заведующий кафедрой	теплоэнергетики и теплотехники
3	Нейская Светлана Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
4	Островская Анна Валентиновна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники
5	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы теплоэнергетики

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль «Теоретические основы теплоэнергетики» составляет теоретический фундамент профильного образования по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника». Дисциплина «Гидрогазодинамика» знакомит студентов с теоретическими основами инженерных методов расчета энергетических агрегатов и систем, использующих жидкости и газы в качестве рабочих тел. Дисциплина Теплообмен посвящена изучению основ теории теплообмена и массообмена. Рассматриваются задачи стационарной и нестационарной теплопроводности. Излагаются методы решения инженерных задач по конвективному теплообмену. Рассматривается теплообмен при фазовых переходах и теплообмен излучением. Изучаются особенности расчета сложного теплообмена. Приводятся основы теплового расчета теплообменных аппаратов. Рассматриваются молекулярный и молярный массообмен в инертных двухкомпонентных средах. Дисциплина Техническая термодинамика посвящена изучению разделов термодинамики, касающихся процессов взаимопревращения теплоты и механической энергии. Излагаются основные законы термодинамики, анализируются основные термодинамические процессы идеальных и реальных газов, рассматриваются особенности термодинамического рассмотрения закономерностей в потоке вещества. На основе полученных соотношений изучается эффективность получения и использования энергии в теплоэнергетических установках различного назначения

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Техническая термодинамика	7
2	Гидрогазодинамика	5
3	Тепломассообмен	6
ИТОГО по модулю:		18

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Гидрогазодинамика	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Определять перечень необходимых ресурсов и временные затраты при составлении плана проведения исследований и изысканий</p> <p>П-3 - Составить план проведения исследований и изысканий, включающий перечень необходимых ресурсов и временные затраты</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
	ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области	З-6 - Перечислить основные физические свойства жидкостей и газов, изложить

	<p>гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций</p>	<p>общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов</p> <p>З-7 - Охарактеризовать особенности физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей</p> <p>З-8 - Определить область применения, типы и принципы действия гидро-, пневмо- и газовых машин, используемых в теплоэнергетике, в которых работают законы гидрогазодинамики</p> <p>У-3 - Формулировать задачи переноса основных гидродинамических величин, составлять соответствующие уравнения баланса; решать на их базе как задачи обработки экспериментальных данных</p> <p>У-4 - Оценивать и выполнять определенные действия в технологической цепочке, где существенно используются гидрогазодинамические законы</p> <p>У-5 - Анализировать и проводить типовые гидродинамические расчеты гидромеханического оборудования и трубопроводов</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт расчета гидродинамических параметров потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин, проводить гидравлический расчет трубопроводов</p> <p>П-5 - Разрабатывать корректные физические и математические модели процессов и явлений теплоэнергетических систем, в которых существенно использование гидрогазодинамики</p>
Теплообмен	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к	З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности

<p>профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
<p>ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и тепломассообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций</p>	<p>З-1 - Перечислить основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-3 - Изложить методы теплового расчета и теплового баланса различных энергоустановок</p> <p>З-4 - Сформулировать законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к энергетическим, теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам</p> <p>З-5 - Различать физические основы эксперимента и способы их реализации</p> <p>У-2 - Анализировать и рассчитывать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт расчета передаваемых тепловых потоков</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт расчета температурных полей (полей концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты</p> <p>Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов</p>

Техническая термодинамика	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций	<p>З-1 - Перечислить основные физические свойства жидкостей и газов</p> <p>З-2 - Объяснить термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках</p> <p>У-1 - Анализировать циклы тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по анализу рабочих процессов в тепловых машинах, определять параметры их работы, тепловой эффективности</p> <p>Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной и заочной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Техническая термодинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Островская Анна Валентиновна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие вопросы термодинамики	
P1.T1	Введение	Предмет и метод термодинамики. Задачи технической термодинамики. Математический аппарат термодинамики.
P1.T2	Основные понятия термодинамики	Термодинамическая система. Классификация термодинамических систем. Открытые и закрытые системы. Параметры состояния. Основные термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие. Первый (основной) постулат термодинамики.
P1.T3	Термодинамическое состояние и термодинамический процесс	Уравнение состояния. Диаграммы состояний. Примеры уравнений состояний (идеального газа, Ван-дер-Ваальса). Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Циклические (круговые) процессы. Смеси идеальных газов
P1.T4	Внутренняя энергия, работа, теплота	Внутренняя энергия – определение, свойства. Удельная внутренняя энергия. Работа. Удельная работа. Графическое представление работы. Работа цикла. Расширенная термодинамическая система. Внешняя работа. Энтальпия.

		<p>Теплота. Энтропия как обобщенная координата. Удельная теплота. Графическое представление теплоты. Диаграмма T-S. Теплота цикла.</p> <p>Теплоемкость. Виды удельных теплоемкостей (массовая, объемная, мольная). Факторы, влияющие на теплоемкость. Понятие о классической и квантовой теориях теплоемкости. Расчет количества теплоты при переменной теплоемкости (табличный и аналитический способы). Теплоемкость газовых смесей.</p>
P1.T5	Законы термодинамики	<p>Первый закон термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики. Следствие из первого закона термодинамики. Понятие о вечном двигателе первого рода.</p> <p>Второй закон термодинамики. Принципиальная схема теплового двигателя. Различные формулировки второго закона термодинамики (Томсона, Клаузиуса, Каратеодори). Понятие о вечном двигателе второго рода. Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Следствие из второго закона термодинамики: энтропия – функция состояния системы. Принцип возрастания энтропии.</p>
P1.T6	Основные термодинамические процессы	<p>Политропный процесс. Уравнение политропного процесса. Способы определения показателя политропы. Работа расширения и внешняя работа политропного процесса. Теплоемкость и количество теплоты политропного процесса.</p> <p>Частные случаи политропного процесса (адиабатный, изотермический, изобарный, изохорный). Обобщающее значение политропного процесса.</p>
P1.T7	Свойства реальных рабочих веществ (влажный воздух, водяной пар)	<p>Термодинамика фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Анализ процессов в p-V, T-S, h-S диаграммах. Основные термодинамические процессы воды и водяного пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Расчет параметров влажного пара. Расчет процессов при помощи таблиц и диаграмм.</p> <p>Влажный воздух. Абсолютная и относительная влажность. Влагосодержание. h-d диаграмма влажного воздуха. Температура точки росы. Термодинамические процессы с влажным воздухом (охлаждение, нагрев, сушка).</p>
P1.T8	Термодинамика потока.	<p>Основные законы для потока вещества. Уравнение баланса механической энергии. Скорость звука, число Маха.</p> <p>Принцип обращения воздействия. Сопло и диффузор. Термодинамика геометрического сопла. Истечение идеального газа из суживающегося сопла и сопла Лавалья.</p>

		Расчет процесса истечения реальных газов (водяного пара). Дросселирование.
P2	Циклы тепловых двигателей и холодильных установок	
P2.T1	Прямые циклы - циклы тепловых двигателей	Принципиальная схема теплового двигателя. Первый и второй закон термодинамики для циклов тепловых двигателей. Термический КПД цикла. Выражение термического КПД через среднеинтегральные температуры. Факторы, влияющие на термический КПД. Внутренний и внутренний относительный КПД. Цикл Карно. Теоремы Карно. Обобщенный цикл Карно. Регенерация тепла.
P2.T2	Газовые циклы	Термодинамический анализ работы компрессора. Много-ступенчатое сжатие. Циклы двигателей внутреннего сгорания с изохорным, изобарным и смешанным подводом тепла и их сравнение. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Принципиальная схема и цикл ГТУ с подводом тепла при постоянном давлении. Регенеративный цикл ГТУ. Действительный цикл ГТУ. Учет необратимых потерь в компрессоре и турбине.
P2.T3	Циклы паротурбинных установок	Цикл Ренкина – цикл паротурбинной установки (ПТУ). Принципиальная схема и изображение теоретического цикла ПТУ в p - V , T - S , h - S диаграммах. Расчет цикла Ренкина при помощи таблиц и диаграмм воды и водяного пара. Влияние начальных и конечных параметров пара на термический КПД цикла. Промежуточный перегрев пара и причины его применения. Цикл Ренкина с регенерацией теплоты. Комбинированная выработка электроэнергии и теплоты на ТЭЦ. Теплофикационные циклы с отбором пара и противодавлением.
P2.T4	Бинарные циклы	Влияние свойств рабочего тела на КПД цикла Ренкина. Расчет бинарного цикла и парогазового циклов.
P2.T5	Обратные циклы	Принципиальная схема холодильной установки. Первый и второй законы термодинамики применительно к обратным циклам. Холодильный коэффициент. Выражение холодильного коэффициента через среднеинтегральные температуры. Обратный цикл Карно.
P2.T6	Циклы холодильных установок	Принципиальная схема и расчет воздушной холодильной установки. Цикл парокомпрессорной холодильной установки.

		Схема и принцип действия теплового насоса.
--	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций	Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая термодинамика

Электронные ресурсы (издания)

1. Зеленцов, Д. В.; Техническая термодинамика : учебное пособие.; Самарский государственный архитектурно-строительный университет, Самара; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143845> (Электронное издание)
2. Шаров, Ю. И.; Техническая термодинамика : учебно-методическое пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2019; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575627> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Баскаков, А. П., Берг, Витт, О. К.; Теплотехника : учеб. для студентов инженер.-техн. специальностей вузов.; БАСТЕТ, Москва; 2010 (101 экз.)
2. Кириллин, В. А.; Техническая термодинамика : Учебник для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1983

(27 экз.)

3. , Островская, А. В., Толмачев, Е. М., Белоусов, В. С., Нейская, С. А., Сапожников, Б. Г.; Техническая термодинамика : учебное пособие [в 2 частях]. Ч. 1. ; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (44 экз.)
4. Островская, А. В. Королев В.Н.; Теоретические основы теплотехники. Техническая термодинамика : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 - Энергетическое машиностроение.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2020 (15 экз.)
5. , Островская, А. В., Толмачев, Е. М., Белоусов, В. С., Нейская, С. А.; Техническая термодинамика : учебно-методическое пособие : в 2 частях. Ч. 2. ; УрФУ, Екатеринбург; 2010 (60 экз.)
6. Александров, А. А.; Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов 650800 "Теплоэнергетика".; МЭИ, Москва; 2004 (92 экз.)
7. Александров, А. А.; Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник : рек. Гос. службой стандартных справ. данных ГСССД Р-776-98.; Издательство МЭИ, Москва; 1999 (64 экз.)
8. Королев, В. Н.; Техническая термодинамика : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (68 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com/>

<http://elibrary.ru>

URL: <https://rusneb.ru>.

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/uralstate/home.action>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека нормативно-технической литературы Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая термодинамика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		санитарными правилами и нормами	
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
7	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Гидрогазодинамика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	заведующий кафедрой	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные физические и математические модели в гидрогазодинамике. Модель сплошности. Основные физические свойства сред: сжимаемость, вязкость.	Основные физические свойства сред, параметры состояния. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Сжимаемость. Модель несжимаемой среды, область ее адекватности. Вязкость сред. Режимы течения вязких сред, ламинарный и турбулентный, их особенности. Число Рейнольдса. Модель идеальной жидкости, область ее адекватности.
P2	Основные уравнения баланса произвольной экстенсивной характеристики жидкости (газа) как отражение фундаментальных свойств пространства, времени и материи.	Баланс массы. Уравнение непрерывности. Уравнение диффузии. Баланс импульса. Силы, действующие в сплошных средах - массовые и поверхностные. Понятие о тензоре напряжений. Уравнения движения сплошных сред. Уравнение движения идеальной среды (уравнение Эйлера). Уравнение движения вязкой несжимаемой жидкости (Навье - Стокса). Основное уравнение гидрогазостатики. Уравнение теплопроводности. Одномерные формы уравнения энергии для стационарного течения. Уравнение Бернулли.
P3	Основы гидрогазостатики	Статика несжимаемой среды. Поле давлений в тяжелой несжимаемой жидкости. Расчет сил, действующих на погруженные в жидкость поверхности. Естественная циркуляция в экранных трубах котлов. Гидрозатворы. Относительное равновесие жидкости. Принцип сепарации смесей жидкости с примесными частицами иной плотности. Статика газов. Модели атмосферы. Расчет тяги дымовой трубы. Принцип сепарации газовых смесей.
P4	Одномерные течения жидкостей. Основы	Уравнение Бернулли для течения вязкой среды в трубопроводах. Расчет сифона. Расчет высоты установки

	гидравлического расчета трубопроводов.	насоса над уровнем всасывания. Гидравлические потери на трение по длине. Формула Дпрси - Вейсбаха. Расчет коэффициента потерь на трение по длине трубопровода. Гидравлические местные сопротивления. Особенности расчета сопротивления магистральных, кольцевых трубопроводов и газопроводов. Нестационарные одномерные течения. Гидравлический удар в напорном трубопроводе. Формула Н. Е. Жуковского. Явление кавитации. Основы антикавитационного расчета насосов.
P5	Одномерные течения газов. Закон обращения воздействия. Основы измерения скоростей и расходов сред.	Скорость распределения звука в газах. Число Маха. Параметры торможения газа. Критические параметры. Закон обращения воздействия. Элементарная теория скачков уплотнения. Ударная адиабата и ее свойства. Волновое сопротивление. Вихревой эффект Ранка. Вихревая труба. Методы измерения скоростей и расходов жидкостей.
P6	Ламинарные течения жидкости	Поле скоростей при ламинарном течении в круглой трубе (течение Пуазейля). Основы гидродинамической теории смазки. Принцип масляного клина. Основы конструкций опорных и упорных подшипников скольжения. Основы теории фильтрации. Сопротивление фильтрующего слоя. Закон Дарси. Формула Эргуна.
P7	Турбулентные течения	Осреднение турбулентных течений. Уравнение Рейнольдса. Дополнительные турбулентные напряжения. Основы теории турбулентности Л. Прандтля. Поле скоростей при турбулентном течении в трубе. Струйные течения.
P8	Силовое взаимодействие потоков с омываемыми телами	Расчет сил, действующих на омываемые тела из уравнения баланса импульса. Тяга воздушно-реактивного двигателя. Реакция потока на стенки криволинейного канала. Сопротивление шара в потоке. Формула Стокса.
P9	Элементы расчета двухфазных потоков	Характеристики двухфазных потоков. Расчет сопротивления при двухфазном течении.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации	3-6 - Перечислить основные физические свойства жидкостей и газов, изложить общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики

			теплоэнергетическ их установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций	жидкостей и газов
--	--	--	--	-------------------

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогазодинамика

Электронные ресурсы (издания)

1. Жуков, Н. П.; Гидрогазодинамика : учебное пособие. 1. Гидравлика; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444914> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Давидсон, В. И.; Основы газовой динамики в задачах : для вузов.; Высшая школа, Москва; 1965 (4 экз.)
2. Лапшев, Н. Н.; Гидравлика : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Стр-во".; Академия, Москва; 2007 (41 экз.)
3. Дейч, М. Е., Зарянкин, А. Е.; Гидрогазодинамика : учеб. пособие для теплотехн. специальностей вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1984 (18 экз.)
4. Емцев, Б. Т.; Техническая гидромеханика : учеб. для вузов по специальности "Гидравл. машины и средства автоматики".; Машиностроение, Москва; 1987 (12 экз.)
5. Прандтль, Л., Вольперт, Г. А.; Гидроаэромеханика; РХД, Москва; 2000 (3 экз.)
6. Альтшуль, А. Д.; Гидравлика и аэродинамика : [учебник для вузов по специальности "Теплогасоснабжение и вентиляция"].; Стройиздат, Москва; 1987 (32 экз.)
7. Гальперин, Л. Г., Ясников, Г. П.; Основы гидрогазодинамики : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2003 (19 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://e.lanbook.com/>

<http://elibrary.ru>

<http://search.ebscohost.com>

<http://www.scopus.com/>

<https://link.springer.com/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека нормативно-технической литературы Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Гидрогазодинамика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Тепломассообмен

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Королев Владимир Николаевич	д.т.н., профессор	профессор	Теплоэнергетики и теплотехники
2	Нейская Светлана Анатольевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Способы переноса теплоты в пространстве	Перенос теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением. Процессы теплоотдачи и теплопередачи. Количество теплоты, тепловой поток, плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока, плотность внутренних источников теплоты.
P2	Основные положения процесса теплопроводности	Температурное поле. Закон Био-Фурье - основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Механизм переноса теплоты в газах, жидкостях и твердых телах. Дифференциальное уравнение теплопроводности для твердого тела. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности.
P3	Теплопроводность и теплопередача через плоские стенки	Передача теплоты через одно- и многослойные плоские стенки при граничных условиях первого рода. Передача теплоты через одно- и многослойные плоские стенки при граничных условиях третьего рода.
P4	Теплопроводность и теплопередача через цилиндрические стенки	Передача теплоты через одно- и многослойные цилиндрические стенки при граничных условиях первого рода. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через одно- и многослойные цилиндрические стенки при граничных условиях третьего рода. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр тепловой изоляции.
P5	Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты	Теплопроводность плоской стенки с внутренними источниками теплоты. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня с внутренними источниками теплоты.

P6	Способы интенсификации теплопередачи	Способы интенсификации теплопередачи. Теплопередача через ребристую стенку (приближенный расчет).
P7	Теплопроводность в ребре постоянного поперечного сечения	Распределение температуры по длине ребра. Тепловой поток, передаваемый с поверхности ребра. Коэффициент эффективности работы ребра. Уточненный расчет теплопередачи через ребристую стенку.
P8	Теплопроводность при нестационарном режиме. Теплопроводность тонкой пластины.	Виды нестационарных процессов. Теплопроводность тонкой пластины при граничных условиях третьего рода. Анализ полученного решения, частные случаи. Физический смысл безразмерных чисел Био и Фурье. Определение количества теплоты, отдаваемого или воспринимаемого телом в процессе нестационарной теплопроводности.
P9	Нагревание (охлаждение) тел конечных размеров	Теорема о перемножении решений. Охлаждение (нагревание) тел любой формы. Регулярный тепловой режим.
P10	Основные положения конвективного теплообмена	Виды движения жидкости. Режимы движения жидкости. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Физические свойства жидкости. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.
P11	Основы подобия и моделирования процессов	Метод масштабных преобразований. Метод анализа размерностей. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена к безразмерному виду. Безразмерные числа Нуссельта, Рейнольдса, Грасгофа, Пекле. Их физический смысл. определяющие и определяемые безразмерные числа. Определяющий геометрический размер и определяющая температура. Теоремы подобия.
P12	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости	Аналитическая основа для получения расчетных формул для коэффициента теплоотдачи при ламинарном режиме движения жидкости. Аналогия Рейнольдса для ламинарного подслоя. Аналогия Рейнольдса для турбулентного слоя. Влияние направления теплового потока на величину коэффициента теплоотдачи.
P13	Теплоотдача при ламинарном течении жидкости вдоль плоской поверхности	Расчет локального и среднего коэффициента теплоотдачи. Толщина теплового и гидродинамического пограничных слоев. Определяющая температура и определяющий геометрический размер.
P14	Теплоотдача при турбулентном движении жидкости вдоль плоской поверхности	Аналитический метод расчета с использованием аналогии Рейнольдса. Расчет локального и среднего коэффициентов теплоотдачи для длинных и коротких труб. Теплоотдача при переходном режиме движения жидкости в трубе и каналах не круглого поперечного сечения.
P15	Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы и пучка труб	Картина обтекания одиночной трубы набегающим потоком жидкости. Изменение локального коэффициента теплоотдачи по периметру трубы. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи. Картина обтекания пучка труб. Режимы движения жидкости в пучке труб. Расчетные формулы для определения среднего коэффициента теплоотдачи для труб, начиная с третьего ряда. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи для всего пучка труб.

P16	Теплоотдача при свободном движении жидкости вдоль вертикальной стенки и около горизонтально расположенной трубы	Понятие ограниченного и неограниченного пространства. Расчет теплоотдачи при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной стенки в неограниченном пространстве. Расчет теплоотдачи около горизонтально расположенной трубы. Особенности расчета теплоотдачи для горизонтально расположенных плит.
P17	Теплоотдача при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве	Свободная конвекция в узких вертикальных, горизонтальных и кольцевых прослойках. Особенности расчета теплоотдачи. Эквивалентный коэффициент теплопроводности. Определяющий геометрический размер и определяющая температура.
P18	Теплоотдача при конденсации водяного пара на вертикальной и горизонтальной поверхности	Пленочная и капельная конденсация. теплоотдача при конденсации сухого насыщенного пара на вертикальной поверхности при ламинарном режиме течения конденсата. Теплоотдача при конденсации пара на горизонтальной трубе и пучках труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации.
P19	Теплоотдача при кипении жидкости в большом объеме и при кипении жидкости, движущейся внутри труб	Режимы кипения. условия, необходимые для возникновения процесса кипения. Теплообмен при кипении жидкости на поверхности. Первый и второй кризисы кипения. Теплоотдача при кипении жидкости\ движущейся в трубах.
P20	Теплообмен излучением. Основные понятия.	Особенности излучения и поглощения энергии твердыми, жидкими и газообразными средами. Виды тепловых потоков. Разновидности полусферического излучения. Связь эффективности результирующего излучения. Законы теплового излучения.
P21	Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной для электромагнитных волн средой	Методы исследования лучистого теплообмена. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями. приведенная степень черноты. Теплообмен излучением при наличии экранов.
P22	Теплообмен излучением между телом и его оболочкой	Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел. Средний угловой коэффициент излучения. Частные случаи. Излучение газов и паров. Расчет теплообмена между поглощающей средой и поверхностью тела. Сложный теплообмен.
P23	Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата	Классификация теплообменных аппаратов по принципу действия. Схемы движения теплоносителей. Основные положения теплового расчета. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Среднеинтегральный температурный напор. Сравнение прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей.
P24	Молекулярный и конвективный теплообмен	массовая и мольная концентрация вещества. градиент концентрации. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Запись закона Фика через парциальное давление. Вычисление плотности потока массы. Диффузионный пограничный слой. Уравнение массоотдачи. Аналогия между процессами тепло- и массообмена. Безразмерные числа Шервуда и Шмидта. Определение коэффициента массоотдачи.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности	ПК-5 - Способен применять фундаментальные знания в области гидрогазодинамики, технической термодинамики и теплообмена в процессе проектирования и эксплуатации теплоэнергетических установок и систем промышленных предприятий и тепловых электрических станций	Д-1 - Правильно оценивать результаты расчетов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

Электронные ресурсы (издания)

1. Стоянов, Н. И.; Теоретические основы теплотехники: техническая термодинамика и теплообмен : учебное пособие.; Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), Ставрополь; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457750> (Электронное издание)
2. Шаров, Ю. И.; Теплообмен : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576520> (Электронное издание)
3. Видин, Ю. В.; Теоретические основы теплотехники: теплообмен : учебное пособие.; Сибирский федеральный университет (СФУ), Красноярск; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497752> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Сапожников, Б. Г., Белоусов, В. С.; Теплообмен : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2007 (19 экз.)
2. Цветков, Ф. Ф., Григорьев, Б. Ф.; Теплообмен : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по энергет. специальностям.; Издательство МЭИ, Москва; 2005 (50 экз.)

3. Исаченко, В. П., Осипова, В. А., Сукомел, А. С.; Теплопередача : учеб. для теплоэнергет. специальностей вузов.; Энергоиздат, Москва; 1981 (52 экз.)
4. Кутателадзе, Самсон Семенович., С. С.; Основы теории теплообмена; Атомиздат, Москва; 1979 (15 экз.)
5. Краснощеков, Е. А.; Задачник по теплопередаче : для теплоэнергет. специальностей вузов.; Энергия, Москва; 1980 (87 экз.)
6. , Аронсон, К. Э., Блинков, С. Н., Брезгин, В. И., Бродов, Ю. М., Купцов, В. К.; Теплообменники энергетических установок : Учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям 552700, 651200 - "Энергомашиностроение" и специальности 101400 - "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели".; Сократ, Екатеринбург; 2003 (19 экз.)
7. Королев, В. Н.; Тепломассообмен : учеб. пособие.; [УГТУ-УПИ], Екатеринбург; 2006 (69 экз.)
8. Королев, В. Н.; Тепломассообмен : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2013 (11 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/uralstate/home.action>

<http://elibrary.ru>

<http://e.lanbook.com/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Библиотека нормативно-технической литературы Режим доступа: <http://www.tehlit.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
2	Практические занятия	Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM