



ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

"ТЕПЛОТЕХНИКА"

Для направлений: 550100; 550500; 550600; 550800; 550900;
551000; 551200; 551400; 551600; 551800;
552000; 552100; 552400; 552600; 552700;
552900; 553100; 553300; 553500;

Издание официальное

Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию

*
Москва

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

Одобрена научно-методическим
советом по теплотехнике
Председатель

Г.А. Дрейцер

Составлена в соответствии с
государственными требованиями к
минимуму содержания и уровню
подготовки выпускников по
указанным направлениям
Утверждаю:

Начальник Главного Управления
образовательно- профессиональных
программ и технологий

Ю.Г. Татур

ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

"ТЕПЛОТЕХНИКА"

Для направлений: 550100; 550500; 550600; 550800; 550900;
551000; 551200; 551400; 551600; 551800;
552000; 552100; 552400; 552600; 552700;
552900; 553100; 553300; 553500;

Москва 1996 г.

Программа теплотехнических дисциплин

Для направлений:

- 550100 - Строительство
- 550500 - Metallургия
- 550600 - Горное дело
- 550800 - Химическая технология и биотехнология
- 550900 - Теплоэнергетика
- 551000 - Авиа-и ракетостроение
- 551200 - Технология изделий текстильной и легкой промышленности
- 551400 - Наземные транспортные средства
- 551600 - Материаловедение и технология новых материалов
- 551800 - Технологии машин и оборудования
- 552000 - Эксплуатация авиационной и космической техники
- 552100 - Эксплуатация транспортных средств
- 552400 - Технология продуктов питания
- 552600 - Кораблестроение и океанотехника
- 552700 - Энергомашиностроение
- 552900 - Технология оборудования и автоматизации машиностроительных производств
- 553100 - Техническая физика
- 553300 - Прикладная механика
- 553500 - Защита окружающей среды

I Предисловие

Одним из основных направлений развития материального производства на современном этапе является надежное обеспечение его отраслей энергетическими ресурсами. Главный путь решения этой проблемы заключается в широком использовании ресурсов - энергосберегающих технологий, отвечающих требованиям максимальной эффективности производства. Важную роль в решении этой задачи играет повышение качества энергетической, в частности теплотехнической подготовки бакалавров для народного хозяйства. В связи с возрастающим применением топливно - энергетиче-

ческих ресурсов (ТЭР) и повышением их стоимости в промышленности, агропромышленном комплексе, на транспорте, в коммунальном хозяйстве актуальными стали проблемы повышения эффективности использования ТЭП и загрязнения окружающей среды продуктами сгорания топлива.

Цель преподавания теплотехнических дисциплин – теоретически и практически подготовить будущих специалистов по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты в такой степени оптимизации, чтобы они могли выбирать и при необходимости могли эксплуатировать необходимое теплотехническое оборудование отраслей народного хозяйства в целях максимальной экономии ТЭР и материалов, интенсификации, технологических процессов и выявления использования вторичных энергоресурсов, защиты окружающей среды.

Предметом изучения, в общем случае, являются основные законы термодинамики и тепломассообмена, термодинамические процессы и циклы, свойства рабочих тел, основы расчета теплообменных аппаратов, горения, энерготехнологии, энергосбережения, вторичные энергоресурсы, возобновляемые источники энергии, теплоэнергетические и холодильные установки, использование теплоты в отрасли, системы теплоснабжения, связь теплоэнергетических установок с проблемой защиты окружающей среды.

Дисциплина в общем случае состоит из трех разделов: термодинамика, основы тепломассообмена, использование теплоты в отрасли

Задачей теплотехнических дисциплин является формирование у студентов: знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, горения, энерготехнологии, энергосбережения, расчета теплообменных аппаратов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли, систем теплоснабжения; умения рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства отрасли, определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения, рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, пре-

образования и использования энергии. Базой теплотехнических дисциплин являются: физика, математика, программирование и алгоритмические языки.

Государственным комитетом РФ по высшему образованию приказом N 180 от 05.03.94 утверждены направления и специальности высшего специального образования в России. Учебные планы по этим направлениям составляются соответствующими УМО с учетом рекомендаций научно-методических советов в соответствии с утвержденными Госкомвузом России стандартами на бакалавров соответствующих направлений. Отличительная особенность этих стандартов – большое разнообразие наименований теплотехнических дисциплин. Название "теплотехника" осталось в стандартах только 5 направлений. Для многих направлений в наименовании теплотехнических дисциплин отражена либо ее более узкая направленность ("Термодинамика", "Термодинамика и теплопередача", "Термодинамика" и "Теория массообмена"), либо отражены прикладные вопросы теплотехники, актуальные для данного направления ("Инженерная термодинамика и энерготехнология химических производств" для направлений "Химическая технология и биотехнология", "Теоретические основы теплотехники и энергоиспользования в электроэнергетике и технологии" для направления "Теплоэнергетика", "Металлургическая техника и теплоэнергетика" для направления "Металлургия"; "Тепло- и хладотехника" для направления "Технология продуктов питания").

Настоящая примерная программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом по направлениям 550500 – Metallургии, 55060 – Горное дело, 550800 – Химическая технология и биохимия, 550900 – Теплоэнергетика, 551000 – Авиа- и ракетостроение, 551400 – Наземные транспортные средства, 551600 – Материаловедение и технология новых материалов, 552000 – Эксплуатация авиационной и космической техники, 552100 – Эксплуатация транспортных средств, 552400 – Технические продукты питания, 552700 – Энергомашиностроение, утвержденных Госкомвузом России приказом N 180 от 05.03.94 г. и носит рекомендательный характер для ее использования высшими учебными заведениями.

ВУЗ, принявший решение использовать примерную программу по теплотехническим дисциплинам для составления своей рабочей

программы обязан сохранить "Обязательный минимум содержания..." и обеспечить "Требования к уровню подготовленности...", содержащиеся в Государственном образовательном стандарте по указанным направлениям к теплотехническим дисциплинам.

В настоящую программу также включены предложения Научно - Методического Совета по теплотехнике по программе теплотехнических дисциплин для направлений 550100 - Строительство, 551200 - Технология изделий текстильной и легкой промышленности, 551800 - Технология машин и оборудования, 552000 - Кораблестроение и океанотехника, 552900 - Технология оборудования и автоматизации машиностроительных производств, для которых по мнению Совета эти дисциплины необходимы, хотя они и не включены в соответствующие Государственные стандарты по указанным направлениям. Кроме того, в программу включены предложения Совета для направлений: 553100 - Техническая физика, 553300 - Прикладная механика, 553500 - Защита окружающей среды.

Поскольку научно-методический совет по теплотехнике Госкомвуза России принял решение разработать одну типовую программу для всех теплотехнических дисциплин с различными наименованиями, которая рассчитана на максимальное количество часов, отводимых для изучения этих дисциплин, она также может быть использована для подготовки инженеров по специальностям:

060300 - Экономика природоиспользования; 060800 - Экономика и управление на предприятиях (по отраслям); 060900 - Экономика и управление аграрного производства; 061000 - Государственные и международные муниципальные управления; 070100 - Биотехнология 070200 - Техника и физика низких температур; 070500 - Ядерные реакторы и энергетические установки; 070600 - Физические процессы горного и нефтегазового производств; 070700 - Теплофизика; 070800 - Физико-химические методы исследования процессов и материалов; 070900 - Физика металлов; 071000 - Материаловедение и технологии новых материалов; 080700 - Технология и техника разведки полезных ископаемых 090100 - Маркшейдерское дело; 090200 - Подземные разработки месторождений полезных ископаемых; 090300 - Обогащение полезных ископаемых; 090400 - Шахтное и подземное строительство; 090500 - Открытые горные работы; 090600 - Разработка и эксплу-

атация нефтяных и газовых месторождений; 090700 - Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтеранилищ; 090800 - Бурение нефтяных и газовых скважин; 090900 - Морские нефтегазовые месторождения ; 100100 - Электрические станции; 100200 - Электроэнергетические системы и сети; 100300 - Гидроэлектроэнергетика; 100400 - Электроснабжение (по отраслям); 100500 - Тепловые электрические станции ; 100600 - Технология воды и топлива; 100700 - Промышленная теплоэнергетика ; 100800 - Энергетика теплотехнологии; 100900 - Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии; 101000 - Электрические станции и установки; 101100 - Плазменные энергетические установки; 101200 - Двигатели внутреннего сгорания ; 101300 - Котло- и реакторостроение; 101400 - Турбостроение; 101500 - Вакуумная и компрессорная техника физических установок; 110100 - Металлургия черных металлов; 110200 - Металлургия цветных металлов; 110300 - Теплофизика, автоматизация и экология промышленных печей; 110400 - Литейное производство черных и цветных металлов ; 110500 - Металловедение и термическая обработка металлов; 110600 - Обработка металлов давлением; 110700 - Металлургия сварочного производства; 110800 - Композиционные и порошковые материалы, покрытия; 120100 - Технология машиностроения; 120200 - Металлорежущие станки и инструменты; 120300 - Машины и технология литейного производства; 120400 - Машины и технология обработки материалов давлением; 120500 - Оборудование и технология сварочного производства; 120600 - Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов; 120700 - Машины и технология высокоэффективных процессов обработки; 120800 - Материаловедение в машиностроении ; 120900 - Проектирование технологических комплексов; 121000 - Конструирование и производство изделий из композиционных материалов; 130100 - Самолето- и вертолетостроение; 130200 - Авиационные двигатели и энергетические установки; 130300 - Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей; 130400 - Ракетные двигатели; 130500 - Электроракетные двигатели и энергетические установки; 130600 - Ракетостроение; 130700 - Космические летательные аппараты и разгонные блоки; 130800 - Большие авиационные и ракетно - космические комплексы; 130900 - Испытания летательных аппаратов;

131100 - Системы жизнеобеспечения и защиты летательных аппаратов; 131200 - Лазерные системы; 131300 - Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов; 131500 - Авиационная и ракетнокосмическая теплотехника; 131600 - Прицельно-навигационные системы летательных аппаратов; 131700 - Автоматизированные системы управления боевыми авиационными комплексами; 131800 - Системы приводов летательных аппаратов; 131900 - Робототехнические системы авиационного вооружения; 140200 - Судовые энергетические установки; 140300 - Судовое энергетическое оборудование; 140500 - Техническая эксплуатация судов и судового оборудования; 150100 - Автомобиле-и транспортостроение; 150200 - Автомобили и автомобильное хозяйство; 150300 - Военные гусеничные и колесные машины; 150400 - Машины инженерного вооружения; 150500 - Транспортные комплексы ракетной техники; 150600 - Средства аэродромно - технического обеспечения полетов авиации; 150700 - Локомотивы; 150800 - Вагоны; 170200 - Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов; 170400 - Машины и оборудование лесного комплекса; 170500 - Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов; 170600 - Машины и аппараты пищевых производств; 170900 - Подъемно - транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование; 171000 - Сельскохозяйственные машины и оборудование; 171100 - Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды; 171300 - Импульсные тепловые машины; 180700 - Электрический транспорт; 210200 - Автоматизация технологических процессов и производств; 230100 - Сервис и техническая эксплуатация транспортных и технологических машин и оборудования (по отраслям); 240500 - Эксплуатация судовых энергетических установок; 250100 - Химическая технология органических веществ; 250200 - Химическая технология неорганических веществ; 250300 - Технология электрохимических производств; 250400 - Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов; 250500 - Химическая технология высокомолекулярных соединений; 250600 - Технология переработки пластиковых масс и эластомеров; 250700 - Технология кинофото-материалов и магнитных носителей; 250800 - Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов; 250900 - Химическая технология материалов современной энерге-

тики; 251000 - Химическая технология материалов и изделий электронной техники; 251100 - Химическая технология органических соединений азота; 251200 - Химическая технология полимерных композиций, порохов и твердых ракетных топлив; 251300 - Технология энергонасыщенных материалов и изделий; 251400 - Технология пиротехнических средств; 251500 - Химическая технология синтетических, биологически активных веществ; 251600 - Технология средств химической защиты; 251700 - Химическая технология редких элементов и материалов на их основе; 251800 - Основные процессы химических производств и химическая кибернетика; 260100 - Лесоинженерное дело; 260200 - Технология деревообработки; 260300 - Технология химической обработки древесины; 270100 - Технология хранения и переработки зерна; 270200 - Технология хранения и переработки растеневодческой продукции; 270300 - Технология хлеба, мучных, кондитерских и макаронных изделий; 270400 - Технология сахарных продуктов; 270500 - Технология бродильных производств и виноделия; 270600 - Технология субтропических и пищевкусовых продуктов; 270700 - Технология жиров; 270800 - Технология консервов и пищевконцентратов; 270900 - Технология мяса и мясных продуктов; 271000 - Технология рыбы и рыбных продуктов; 271100 - Технология молока и молочных продуктов; 271200 - Технология продуктов общественного питания; 280100 - Технология и оборудование производства натуральных волокон; 280200 - Технология и оборудование производства химических волокон и композиционных материалов на их основе; 280300 - Технология прядения; 280400 - Технология ткачества; 280500 - Технология трикотажного производства; 280600 - Технология нетканых текстильных материалов; 280700 - Химическая технология и оборудование отделочного производства; 280800 - Технология швейных изделий; 281000 - Технологии кожи меха; 281100 - Технология изделий из кожи; 290100 - Архитектура; 290300 - Промышленное и гражданское строительство; 290400 - Гидротехническое строительство; 290500 - Городское строительство и хозяйство; 290600 - Производство строительных материалов, изделий и конструкций; 290700 - Теплогазоснабжение и вентиляция; 290800 - Водоснабжение и водоотведение; 311200 - Технология сельскохозяйственного производства; 311300 - Механизация сельского хозяйства; 311400 - Электрификация и автоматиза-

ция сельского хозяйства; 311500 - Механизация переработки сельскохозяйственной продукции; 311600 - Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения; 320600 - Комплексное использование и охрана водных ресурсов; 320700 - Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; 330200 - Инженерная защита окружающей среды (по отраслям); 330400 - Пожарная безопасность; 330500 - Безопасность технологических процессов и производств (по отраслям).

Программа курса состоит из двух частей: первая содержит основы теории и практики теплотехники, вторая - дополнительные разделы (модули), учитывающие отраслевую специфику.

Излагаемая далее типовая программа не определяет последовательность и глубину изучения материала. Перечень вопросов, включенных в программу, для большинства направлений значительно превосходит реальные возможности их изучения в реальных объемах дисциплин, установленных стандартами и учебными планами.

Кафедры высших учебных заведений, которые ведут преподавание теплотехнических дисциплин, должны организовывать учебный процесс в соответствии с рабочими программами, разработанными самими кафедрами. Научно - методический совет по теплотехнике рекомендует при составлении рабочих программ для теплотехнических дисциплин учитывать их примерное содержание для различных направлений.

Программа предусматривает усиление практической подготовки студентов за счет активизации их самостоятельной работы, широкого применения вычислительной техники при выполнении расчетно - графических и контрольных работ, курсовых проектов и курсовых работ, а также при выполнении лабораторного практикума. Предусматривается также активизация всех видов учебного процесса за счет использования технических средств обучения и автоматизированных обучающих систем.

Таким образом, данная программа является базовой при составлении рабочих программ для теплотехнических дисциплин, независимо от их наименования в стандартах и учебных планах.

В целях обеспечения высокого уровня теплотехнической подготовки рекомендуется преподавать теплотехнические дисциплины

независимо от их названия в стандартах и учебных планах всем кафедрам теплотехнического профиля.

В тех случаях, когда в учебных планах или стандартах курс теплотехники объединен со специальными курсами (например, для направления 552900 теплотехника объединена с курсом теории резания) рекомендуется на кафедрах теплотехнического профиля вести преподавание теплотехнических разделов этих курсов.

В программе наряду с разделами, приводятся примерные перечни практических занятий, лабораторных работ, расчетно - графических работ, курсовых работ и курсовых проектов. Отводимые для изучения теплотехнических дисциплин аудиторные часы рекомендуется делить примерно следующим образом: лекции - 50% - 70%, практические занятия - 10% - 20%, лабораторные работы - 20% - 30%.

II. Содержание дисциплины.

Введение

Предмет теплотехники, место и роль в подготовке бакалавров.

Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Основные исторические этапы становления теплотехники, роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологии. Значение теплотехники в данной отрасли народного хозяйства(в соответствии с профилем специальности вуза).

Основные положения Энергетической программы РФ. Проблема экономии топливно-энергетических ресурсов, снижение норм расхода теплоты и топлива, использование вторичных энергоресурсов, защита окружающей среды. Использование возобновляемых источников энергии. Основные задачи курса.

Техническая термодинамика.

1. Основные понятия и определения термодинамики.

1.1 Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновес-

ное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термическое и калометрическое уравнения состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

1.2 Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов.

1.3 Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

2. Первый закон термодинамики.

Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. PV и TS диаграммы.

3. Второй закон термодинамики.

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы.

4. Термодинамические процессы

4.1 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.

Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов.

Изображение в координатах PV и TS. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.

4.2 Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в PV и TS координатах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Уравнение Боголюбова - Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, PV, TS, HS, диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и HS - диаграммы.

5. Влажный воздух

Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. Hd - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

6. Термодинамика потока.

Истечение и дросселирование газов и паров.

6.1 Основные положения. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лавала. Тяга реактивного двигателя. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью HS - диаграммы. Действительный процесс истечения.

6.2 Дросселирование газов и паров. Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля - Томпсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Практическое использование процесса дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в hS - диаграмме.

7. Термодинамический анализ процессов в компрессорах

Классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение в PV и TS диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Необратимое сжатие. Относительный внутренний КПД компрессора. Расчет потерь энергии и эксергетический КПД компрессора.

8. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в PV и TS диаграммах. Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС.

9. Циклы газотурбинных установок (ГТУ)

Принцип действия ГТУ. Цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты. Регенеративные циклы. Изображение циклов в PV и TS диаграммах. Термические и эксергетические КПД ГТУ.

10. Циклы реактивных двигателей.

Воздушно-реактивные двигатели (ВРД). Принцип действия

бескомпрессорного ВРД. Цикл бескомпрессорного ВРД, термический и эксергетический КПД цикла. Компрессорный ВРД. Термодинамический цикл компрессорного ВРД, определение термодинамического КПД цикла.

Жидкостно-реактивные двигатели (ЖРД). Цикл ЖРД, термодинамический и эксергетический КПД цикла.

Ракетные двигатели твердого топлива (РДТТ). Цикл РДТТ, термодинамический КПД цикла.

11. Циклы паросиловых установок.

Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в PV , TS и hS диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок. Эксергетический анализ циклов паросиловых установок.

12. Новые способы преобразования энергии. Прямые преобразователи энергии.

Топливные элементы. Солнечные батареи. Термоэлектрические генераторы. Термоэмиссионные преобразователи. Магнетогидродинамические (МГД) генераторы. Вихревой эффект.

13. Циклы холодильных установок.

13.1 Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парозежекторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.

13.2 Термотрансформаторы. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора. Циклы совместного получения теплоты и холода.

14. Основы химической термодинамики.

Характеристики состава сложной системы. Основное уравнение термодинамики. Химический потенциал. Мера реакции. Изменение функций состояния при химических превращениях.

Тепловые эффекты реакций. Закон Гесса. Тепловые эффекты образования и сгорания веществ и их зависимость от температуры и агрегатного состояния вещества. Условие химического равновесия. Законы действующих масс. Степень полноты реакции и состав равновесной смеси. Влияние давления и объема на степень диссоциации. Химическое сродство.

Зависимость константы равновесия от температуры. Принцип Ле-Шателье - Брауна. Тепловая теорема Нернста. Третий закон термодинамики. Определение параметров состояния и состава рабочих тел и продуктов сгорания.

15. Основные положения термодинамики необратимых процессов.

Законы сохранения энергии, массы и импульса. Закон изменения энтропии. Теория Онзагера. Линейные соотношения между термодинамическими силами и потоками. Соотношения взаимности в необратимых процессах. Применение методов термодинамики необратимых процессов к исследованию открытых систем.

Теория теплообмена.

16. Основные понятия и определения теории теплообмена.

Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

17. Теплопроводность.

17.1 Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты в металлах,

диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности.

17.2 Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.

17.3 Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа. Метод конечных разностей.

Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1, 2 и 3 рода. Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров.

18. Конвективный теплообмен.

18.1 Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье - Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости (уравнение Фурье - Кирхгофа), уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (уравнение Био - Фурье), уравнение закона сохранения, однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя. Исследование теплоотдачи методами теории пограничного слоя.

18.2 Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Понятие о математическом моделировании.

18.3 Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения.

Конвективный теплообмен в каналах. Теплообмен в трубах при течении теплоносителей с переменными теплофизическими свойствами. Теплоотдача при ламинарном, переходном и турбу-

лентном режимах течения. Теплообмен в каналах некруглого поперечного сечения. Интенсификация теплообмена в каналах.

Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.

18.4. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме; ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб. Критериальные уравнения. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объемах.

18.5. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи.

Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах.

Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсации. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации чистых паров и паров из паровых смесей.

19. Теплообмен излучением

Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.

20. Теплопередача

Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая

изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.

21. Основы расчета теплообменных аппаратов

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов. Применение ЭВМ для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах.

Способы интенсификации теплообмена при однофазном течении газов и жидкости, при кипении и конденсации применительно к высокоэффективным теплообменным аппаратам. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов. Методы оценки эффективности интенсификации теплообмена и оптимизация теплообменных аппаратов.

22. Основы массообмена

Основные понятия и определения. Фазовое равновесие. Равновесная концентрация.

Концентрационная диффузия. Уравнения концентрационной диффузии Фика, массоотдачи, массопередачи. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Диффузионный пограничный слой. Тройная аналогия. Массообменные критерии подобия. Критериальные уравнения. Основы расчета массообменных аппаратов.

Промышленная теплотехника

23. Топливо, основы горения.

23.1 Виды сжигаемого топлива и их характеристика. Классификация топлив. Перспективы применения различных топлив в промышленности. Твердое, жидкое и газообразное топлива и их основные характеристики. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Структура топливного баланса страны и отрасли. Проблема экономии топлива и пути ее решения.

23.2 Основы теории горения и организация сжигания топлив.

Основы сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива, а также отходов производств. Очистка дымовых газов.

23.3 Расчеты процессов горения жидкого, твердого и газообразного топлива. Определение теоретически необходимого количества воздуха для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. Коэффициент избытка воздуха. Определение объемов и энтальпии продуктов сгорания топлива. H_t - диаграмма продуктов сгорания.

24. Основы энерготехнологии. Охрана окружающей среды.

Значение и сущность энерготехнологии. Направления разработки энерготехнологических схем. Применение энерготехнологии в промышленности. Энтропийный и эксергетический методы анализа энерготехнологических схем. Термодинамическая оптимизация энерготехнологических схем. Проблема защиты окружающей среды от выбросов продуктов сгорания топлива.

25. Основы энергосбережения. Вторичные энергетические ресурсы.

25.1 Основные направления экономии энергоресурсов в народном хозяйстве. Повышение эффективности энергетического и энергоиспользующего оборудования. Снижение энергопотерь, совершенствование учета и нормирования расхода энергоресурсов.

25.2 Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Общие положения и классификация ВЭР. Возможность использования ВЭР в отрасли. Роль ВЭР в топливо- и теплоснабжении отрасли. Источники ВЭР отрасли и их использование.

Утилизационные установки, показатели их работы. Перспективы развития утилизационной техники и совершенствование методов утилизации. Пути использования низкопотенциальных ВЭР и перспективы использования ВЭР в отрасли промышленности. Экономическая эффективность использования ВЭР.

26. Возобновляемые источники энергии.

Перспективы использования возобновляемых источников энер-

гии в народном хозяйстве страны. Пути использования возобновляемых источников энергии в отрасли промышленности. Основные направления применения солнечной и геотермальной энергии. Использование биомассы для получения энергии.

Гидроэнергетика. Ветроэнергетика. Фотосинтез. Энергия волн. Энергия приливов.

Преобразование тепловой энергии океана. Возможности и перспективы получения энергии из космоса.

27. Промышленные котельные установки.

Основные понятия. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. Теплоносители.

Основы теплового расчета котельных агрегатов. Задачи и методы теплового расчета. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Расход топлива, удельный расход топлива.

Расчет теплопередачи в топках паровых котлов и в поверхностях нагрева котлоагрегата.

Основы аэродинамического расчета котельного агрегата. Водоподготовка. Сепарация пара. Питательные устройства котельных установок. Тягодутьевые устройства.

Общие положения об эксплуатации котельных установок. Правила Гостехнадзора и техники безопасности. Мероприятия по защите окружающей среды при эксплуатации котельных установок.

28. Применение теплоты в отрасли.

Особенности использования теплоты в различных отраслях народного хозяйства.

Холодильные и криогенные установки. Применение холода в отраслях народного хозяйства.

Сушильные установки. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Теплоснабжение предприятий отрасли.

Перечень дополнительных разделов (модулей) дисциплины.

29. (К разделу 2). Дифференциальные соотношения термодинамики и характеристические функции. Частные производные внут-

ренной энергии и энтальпии. Дифференциальные соотношения для теплоемкости рабочих тел. Вычисление функций состояния реальных рабочих тел с использованием дифференциальных соотношений.

30. (К разделу 3). Методы термодинамического анализа систем. Энтропийный метод и его сущность. Понятие об эксергии. Эксергетический метод.

31. (К разделу 4). Фазовое равновесие и фазовые переходы. Теплота фазовых переходов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы. Тройная и критическая точки. Уравнение состояния реальных газов. Термодинамика двухфазных рабочих тел.

32. (К разделу 6). Термодинамика переменного количества газа. Процессы, протекающие при переменной массе. Основные уравнения термодинамики при переменной массе. Расчет параметров газа в емкости при ее опорожнении через отверстие постоянного сечения. Расчет параметров сжимаемого газа при его протекании из одной емкости в другую.

33. (К разделу 8). Цикл двигателя Стирлинга. Принцип действия двигателя Стирлинга. Цикл двигателя в PV и TS координатах. Термодинамический цикл КПД цикла Стирлинга.

34. (К разделу 12). Плазма в природе и технике. Свойства и классификация плазмы. Идеальная и неидеальная плазма. Термодинамическое и термическое равновесие в плазме. Состав равновесной плазмы. Термодинамические параметры плазмы. Плазма в технологических процессах.

35. (К разделу 15). Элементы термодинамики твердого тела. Напряженное и деформированное состояние твердого тела. Термодинамические соотношения для системы с упругими деформациями. Выражение для калорических свойств и функций процесса. Пластические деформации и диссипативная функция.

36. (К разделу 17). Регулярный режим охлаждения (нагрева) тел. Теплопроводность тел с внутренними источниками теп-

лоты. Задача Стефана. Основы термографии. Основы расчета задач теплопроводности на ЭВМ.

37. (К разделу 17). Контактный теплообмен. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление, влияние на него различных факторов. Способы уменьшения контактного сопротивления.

38. (К разделу 18). Теплоотдача при больших скоростях. Дифференциальные и интегральные уравнения пограничного слоя. Результаты решения уравнений. Критериальные уравнения. Аэродинамическое нагревание. Теплоотдача в трубах и соплах.

39. (К разделу 18). Теплоотдача при наличии химических реакций. Основные положения химической кинетики, скорость химических реакций. Основные уравнения тепло- и массообмена при химических превращениях. Теплообмен в реагирующих средах. Критериальные уравнения.

40. (К разделу 18). Теплообмен при полетах в разреженном газе. Газ как совокупность отдельных молекул. Области течения газа. Свободно - молекулярное течение. Течение и теплообмен в переходной области.

41. (К разделу 18). Тепловая защита тел. Цели и области применения методов тепловой защиты. Конвективное охлаждение. Газовые завесы. Конвективный теплообмен при наличии газовых завес. Пористое охлаждение. Аблирующие покрытия. Комбинированные системы охлаждения лопаток газовых турбин. Теплозащитные покрытия.

42. (К разделу 20). Тепловая изоляция. Виды изоляции. Основные теплоизоляционные материалы, их характеристики и области применения. Выбор теплоизоляционных материалов. Методы расчета теплоизоляции. Новые высокоэффективные теплоизоляционные материалы. Экранно - вакуумная изоляция. Методы расчета теплоизоляции сложной конструкции (многослойной, из композитных материалов и т.д.).

43. (К разделам 18 и 20). Радиационно - конвективный теплообмен в высокотемпературных газовых потоках. Система дифференциальных уравнений. Уравнение для радиационного теплового потока и его дивергенции. Радиационно - конвективный теплообмен в окрестности передней критической точки затупленного тела. Приведение системы дифференциальных уравнений ламинарного пограничного слоя к безразмерному виду. Численный метод решения системы уравнений пограничного (ударного) слоя.

44. (К разделу 21). Тепловые трубы. Устройство и принцип работы тепловых труб. Области применения тепловых труб. Гидродинамика и теплообмен в тепловых трубах. Свойства теплоносителей тепловых труб. Основы расчета тепловых труб.

45. Охлаждение и термостатирование. Методы и системы охлаждения устройств. Расчет теплообмена в основных элементах систем охлаждения. Системы стабилизации температуры, требования, предъявляемые к ним. Конструкция термостатов. Расчет тепловой изоляции термостатов.

46. Тепловые аккумуляторы энергии. Цели аккумулирования энергии. Параметры экономичности установок аккумулирования энергии. Оптимизация установок. Тепловое аккумулирование энергии в насыщенных жидкостях, в недогретых жидкостях, твердыми телами. Аккумулирование посредством использования фазовых переходов. Аккумулирование посредством сжатого газа. Эффективность теплового аккумулирования. Системы аккумулирования. Аккумулирующие сосуды. Тепловое аккумулирование в промышленности, в энергетических установках, на транспорте, для обогрева и охлаждения помещений.

47. Теплопередача в узлах трения. Теплообразование в системах, узлах и механизмах машин. Источники теплообразования, интенсивность теплообразования в зубчатых колесах, в винтовых парах, подшипниках, муфтах, электромашинах. Тепловые расчеты систем смазки. Расчет систем охлаждения, определение основных размеров теплообменников и потребного количества охлаждающей

жидкости.

48. Теплопередача в технологических процессах металлообработки (резание, сварка, литье, термообработка). Технологическая система как объект теплофизического анализа. Внешние и внутренние источники теплоты. Связь интенсификации машиностроительного производства с тепловыми процессами при обработке деталей, узлов и изделий. Особенности теплообмена при механической обработке материалов: сварка, литье, обработка материалов давлением. Тепловые процессы при обработке материалов концентрированными потоками энергии. Метод источников теплоты при анализе тепловых процессов в технологических системах. Численные методы решения дифференциального уравнения теплопроводности для описания тепловых полей в инструментах, заготовках, деталях, оборудовании.

49. (К разделу 27). Топочные устройства. Конструкция топок для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. Технические характеристики топок. Основы расчета топочных устройств. Специальные топки для технологических установок и топки для использования ВТЭР.

50. (К разделу 27). Технологические промышленные печи. Классификация печей и режимов их работы. Принципиальная схема промышленной печи. Особенности сжигания топлива в печах. Теплопередача в печах. Регенерация и утилизация теплоты уходящих газов. Очистка газов. Основные положения расчета промышленных печей. Тепловой и материальный баланс печи. Термический КПД печи. Расчет топочного устройства печи, подбор горелок и форсунок. Определение радиационной поверхности и температуры дымовых газов. Определение времени обработки материалов в печи. Аэродинамический расчет печи.

51. (К разделу 27). Паровые турбины. Работа пара в турбине. Процессы в сопловом аппарате и на лопатках. Активный и реактивный принцип работы. Кинематика потока в ступени. Основные геометрические параметры ступени. Тепловые потери и коэффициенты полезного действия. Многоступенчатые паровые турбины.

Конденсационные устройства паровых турбин. Тепловой баланс паротурбинной установки. Турбины с противодавлением и промежуточным отбором пара.

52. (К разделу 27). Газовые турбины. Регенерация теплоты. Промежуточное охлаждение и промежуточный подвод теплоты в многовальном газотурбинном двигателе. Удельная работа и КПД. Удельный баланс газотурбинного двигателя. Оптимальные степени повышения давления в компрессоре по максимуму удельной работы и КПД. Использование теплоты уходящих газов для внешних нужд. Технико-экономические показатели турбины и методы их повышения. Применение газотурбинных установок в отраслях народного хозяйства. Схемы ГТУ, технико-экономические показатели, вопросы техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.

53. (К разделу 27). Двигатели внутреннего сгорания. Классификация и основные характеристики ДВС. Тепловые процессы в двигателях. Индикаторная мощность двигателя. Эффективная мощность двигателя. Механический и эффективный КПД двигателя. Удельный индикаторный и эффективный расход топлива. Энергетический и эксергетический балансы ДВС. Особенности рабочих процессов в двигателях, работающих на газообразном топливе. Показатели экономичности работы ДВС.

54. (К разделу 27). Тепловые электростанции (ТЭС). Типы электростанций и их роль в развитие энергетики страны. Классификация ТЭС. Паротурбинные конденсационные электростанции (КЭС, ГРЭС) и электростанции с комбинированной выработкой теплоты и электрической энергии (ТЭЦ), их принципиальная схема и показатели тепловой эффективности. Регенеративный подогрев воды. Теплофикация ее роль в развитии энергетики страны. Электростанции с газотурбинными и парогазовыми установками. Дизельные электростанции. Графики электрических и тепловых нагрузок ТЭС. Атомные электростанции, их принципиальные схемы и отличие от схем ТЭС на органическом топливе. Перспективы развития атомной энергетики. Технико - экономические показатели электростанций.

55. (К разделу 27). Компрессорные установки. Поршневые компрессоры. Использование сжатого воздуха. Устройство и рабо-

та поршневого компрессора. Коэффициенты полезного действия. Многоступенчатые компрессоры. Регулирование поршневых компрессоров. Турбокомпрессоры и турбовоздуходувки. Многоступенчатые, центробежные и осевые машины. Процессы сжатия в турбокомпрессорах и турбовоздуходувках. Изоэнтропийный, изотермический и политропный КПД. Характеристики турбовоздуходувных машин. Регулирование и совместная работа воздуходувных машин. Технико - экономические показатели. Вентиляторы. Назначение, основные характеристики и принцип действия центробежных и осевых вентиляторов. Потери и КПД. Эффективная и полезная мощности вентиляторов. Выбор вентиляторов, их регулирование и совместная работа.

56. (К разделу 28). Холодильные и криогенные установки. Применение холода в отраслях народного хозяйства. Трансформаторы теплоты. Потребители холода в отрасли. Физическая сущность процессов охлаждения. Основы получения искусственного холода. Классификация холодильных машин и установок. Холодильные агрегаты, их основные характеристики. Воздушные и паровые компрессорные холодильные машины. Пароэжекторные и абсорбционные холодильные установки. Холодильные установки с гелионагревателями. Действительная холодопроизводительность установки. Тепловые насосы и трансформаторы теплоты. Применение трансформаторов теплоты и тепловых насосов в отрасли народного хозяйства.

57. (К разделу 28). Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Процессы сушки на предприятиях отрасли. Основные элементы сушильной установки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влажность материала. Равновесная влажность. Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло- и массоперенос в процессе сушки. Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термограмма сушки. Поля влагосодержаний и температур в зависимости от способа сушки. Типы сушильных установок. Тепловой расчет сушильных установок. Сушильный процесс для теоретической и действительной сушилок. Увлажнение материалов в технологических процессах отрасли. Способы увлажнения. Увлажнение сорбцией влаги из воздуха. Кон-

тактное увлажнение. Увлажнение паром. Техничко - экономические показатели сушилок. Техника безопасности.

58. (К разделу 28). Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Отопление. Температура зданий и их тепловая характеристика. Источники тепловыделений. Тепловой баланс помещений. Дежурное отопление. Расчет поверхности нагрева отопительных приборов. Вентиляция. Классификация и основные элементы систем вентиляции. Воздухообмен, кратность вентиляции. Определение производительности вентиляционных систем. Определение расхода теплоты. Расчет поверхности нагрева калорифера. Кондиционирование воздуха. Сущность и задачи кондиционирования. Системы кондиционирования воздуха. Охлаждение, нагревание, осушение и увлажнение воздуха. Рециркуляция. Расчет процессов кондиционирования с помощью $h-d$ диаграммы.

59. (К разделу 28). Теплоснабжение предприятий отрасли. Характеристика систем теплоснабжения предприятий отрасли. Основные потребители теплоты на предприятиях отрасли. Структура потребления теплоты на предприятиях. Определение расходов теплоты на технологические и вспомогательные нужды, горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию. Суточные и годовые графики потребления теплоты на предприятиях. Расчет и подбор основных элементов систем теплоснабжения. Пути повышения эффективности систем теплоснабжения. Себестоимость производства единицы теплоты и пара. Снижение удельных расходов теплоты и топлива. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды при эксплуатации систем теплоснабжения.

60. (К разделу 28). Особенности использования теплоты в различных отраслях народного хозяйства (агропромышленный комплекс, нефтехимический комплекс, металлургия, промышленность строительных материалов и пр.).

61. (К разделу 28). Особенности теплопередачи в бурящих и добывающих скважинах.

62. (К разделу 28). Теплопередача заглубленных трубопро-

водов.

III. Примерный перечень семинарских занятий.

Семинарские занятия программой теплотехнических дисциплин не предусматриваются.

IV. Примерный перечень лабораторных работ.

4.1 Темы лабораторных работ, рекомендуемые для обязательного выполнения.

4.1.1 Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через сужающееся сопло.

4.1.2 Определение теплопроводности методом цилиндрического слоя.

4.1.3 Теплоотдача горизонтального цилиндра при естественной конвекции.

4.1.4 Теплоотдача вертикального цилиндра при естественной конвекции.

4.1.5 Теплоотдача при вынужденном движении воздуха в трубе.

4.1.6 Определение коэффициента излучения твердого тела калориметрическим методом.

4.1.7 Исследование работы теплообменного аппарата.

Работы NN 4.1.1 - 4.1.7 могут выполняться также в имитационном исполнении с использованием специальных установок или ЭВМ.

4.2 Темы лабораторных работ по выбору кафедры.

4.2.1 Приборы и методы определения параметров рабочих тел.

4.2.2 Определение изобарной теплоемкости.

4.2.3 Изохорное нагревание воды и водяного пара.

4.2.4 Изотермическое сжатие углекислого газа.

4.2.5 Исследование процессов во влажном воздухе.

4.2.6 Определение степени сухости и энтальпии водяного пара.

4.2.7 Определение теплопроводности материалов.

4.2.8 Определение теплопроводности и температуропроводности

- методом регулярного теплового режима.
- 4.2.9 Теплоотдача при продольном обтекании пластины.
 - 4.2.10 Теплоотдача при конденсации водяного пара на поверхности трубы.
 - 4.2.11 Теплоотдача при кипении воды в большом объеме.
 - 4.2.12 Технический анализ топлива.
 - 4.2.13 Определение теплоты сгорания твердого и жидкого топлива.
 - 4.2.14 Анализ дымовых газов.
 - 4.2.15 Испытание парового или водогрейного котла.
 - 4.2.16 Теплотехнические испытания технологической печи.
 - 4.2.17 Испытание компрессора или вентилятора.
 - 4.2.18 Испытание холодильной установки.
 - 4.2.19 Испытание двигателя внутреннего сгорания.
 - 4.2.20 Исследование кинетики сушки в конвективной сушилке.
 - 4.2.21 Исследование теплопередачи в скважине.
 - 4.2.22 Исследование теплопередачи заглубленного трубопровода.
 - 4.2.23 Исследование термодинамических циклов с помощью ЭВМ.
 - 4.2.24 Исследование работы кондиционера.

В лабораторный практикум включаются лабораторные работы, соответствующие профилю подготовки бакалавра данного направления.

V. Примерный перечень практических занятий.

- 5.1 Параметры состояния термодинамической системы. Уравнение состояния рабочего тела.
- 5.2 Теплоемкость, внутренняя энергия и энтальпия рабочего тела смеси рабочих тел.
- 5.3 Первый закон термодинамики.
- 5.4 Второй закон термодинамики.
- 5.5 Дифференциальные уравнения термодинамики. Фазовые переходы.
- 5.6 Термодинамические процессы в рабочих телах. Расчет термодинамических процессов реальных газов с помощью диаграмм.
- 5.7 Влажный воздух.
- 5.8 Химическая термодинамика.

- 5.9 Истечение и дросселирование рабочих тел.
- 5.10 Процессы в компрессорах.
- 5.11 Циклы тепловых двигателей.
- 5.12 Циклы холодильных машин.
- 5.13 Теплопроводность при стационарном и нестационарном режимах.
- 5.14 Конвективный теплообмен.
- 5.15 Теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества.
- 5.16 Теплообмен излучением.
- 5.17 Теплообменные аппараты.
- 5.18 Характеристики топлива.
- 5.19 Расчет горения топлива, определение объемов продуктов сгорания.
- 5.20 Тепловой баланс котельных агрегатов.
- 5.21 Тепловой баланс и расчет технологических печей.
- 5.22 Тепловые балансы и характеристики тепловых двигателей.
- 5.23 Расчет элементов системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
- 5.24 Расчет элементов систем теплоснабжения предприятий.
- 5.25 Расчет схем использования вторичных энергетических ресурсов.

VI. Расчетно - графические работы.

- 6.1 Расчет термодинамических процессов.
- 6.2 Расчет процессов истечения рабочих тел.
- 6.3 Расчет газовых циклов и построение их в PV и TS диаграммах.
- 6.4 Расчет и построение холодильных циклов.
- 6.5 Расчет и построение циклов паросиловых установок.
- 6.6 Расчет нестационарных температурных полей и построение изотерм в различных телах.
- 6.7 Расчет процессов конвективного теплообмена.
- 6.8 Расчет и оптимизация теплопередачи.
- 6.9 Расчет и оптимизация теплообменных аппаратов.
- 6.10 Расчет схем и элементов систем теплоснабжения предприятий.
- 6.11 Исследование политропного процесса сжатия воздуха в комп-

рессоре.

- 6.12 Расчет двухступенчатого компрессора.
- 6.13 Термодинамические расчеты процессов сушки.
- 6.14 Расчет цикла ДВС.
- 6.15 Тепловой расчет теплообменных аппаратов.
- 6.16 Определение температурного поля в теле сложной формы на ЭВМ.
- 6.17 Моделирование на ЭВМ процессов теплопередачи в теплообменном оборудовании.
- 6.18 Расчет времени прогрева элементов конструкции силовой установки.
- 6.19 Расчет теплового потока на поверхности летательного аппарата.
- 6.20 Расчет пористого охлаждения передней кромки крыла самолета.
- 6.21 Расчет поля температур в головной части летательного аппарата.
- 6.22 Расчет теплообмена в лопатках газовых турбин.
- 6.23 Расчет нестационарных температурных полей деталей конструкций при их термической обработке.
- 6.24 Расчет разогрева неохлаждаемого сопла реактивного двигателя.
- 6.25 Расчет нагрева топлива в баке летательного аппарата.
- 6.26 Расчет процесса теплопроводности при механической обработке материалов.
- 6.27 Расчет процесса теплопроводности при сварке.
- 6.28 Расчет процесса теплопередачи в литейном производстве.
- 6.29 Расчет процесса теплопередачи при обработке металлов давлением.
- 6.30 Расчет процесса теплопередачи при обработке материалов концентрированными источниками энергии.
- 6.31 Расчет тепловыделений и температурных полей в узлах трения.
- 6.32 Расчет теплоизоляционных конструкций.
- 6.33 Расчет аппаратов, использующих вторичные энергетические ресурсы.
- 6.34 Расчет технико - экономических показателей тепловой электростанции.

- 6.35 Расчет отопления и вентиляции промышленных и гражданских зданий.
- 6.36 Расчетное исследование парогенераторов.
- 6.37 Расчетное исследование режимов работы паротурбинных установок.
- 6.38 Расчет парогазовой установки.
- 6.39 Расчетное исследование методов покрытия переменной части нагрузок электростанций.
- 6.40 Исследование и расчет методов повышения маневренности электростанций.
- 6.41 Исследование режимов совместной работы АТС и энергетических установок на органическом топливе.
- 6.42 Расчет систем отопления.
- 6.43 Расчет систем вентиляции.
- 6.44 Расчет тепловой схемы котельной.
- 6.45 Расчет установки для переработки полимерных материалов.
- 6.46 Расчет тепловой трубы.
- 6.47 Расчет вихревой трубы.
- 6.48 Расчет кондиционирования помещений.
- 6.49 Расчет систем обеспечения микроклимата в помещениях для содержания животных.
- 6.50 Выбор систем обеспечения микроклимата в помещениях для хранения фруктов и овощей.
- 6.51 Расчет котлов - утилизаторов.

VII. Курсовые проекты и курсовые работы.

Тематика курсового проекта или курсовой работы должна быть связана с прикладной частью теплотехники и соответствовать профилю направлений вуза. Темы курсовых проектов и работ должны отражать прогрессивные и актуальные проблемы использования топливно - энергетических ресурсов, а также предусматривать разработку перспективных направлений повышения энергетической эффективности оборудования и технологических процессов отраслей народного хозяйства.

При выполнении курсовых проектов и работ следует предусматривать использование вычислительной техники.

Примерный перечень курсовых проектов и курсовых работ.

- 7.1 Теплоснабжение промышленных предприятий.
- 7.2 Тепловой расчет котлов - утилизаторов.
- 7.3 Тепловой расчет аппаратов, использующих вторичные энергетические ресурсы
- 7.4 Расчет отопления и вентиляции сельскохозяйственных и гражданских зданий.
- 7.5 Тепловой расчет промышленных печей.
- 7.6 Тепловой расчет установки для переработки полимерных материалов.
- 7.7 Теплоснабжение животноводческих ферм и комплексов.
- 7.8 Теплоснабжение сооружений защищенного грунта (ангарных и блочных теплиц).
- 7.9 Расчет установок для сушки зерна.
- 7.10 Расчет теплообменников систем утилизации теплоты.
- 7.11 Расчет и проектирование котельной установки.
- 7.12 Технико - экономический расчет теплового хозяйства предприятий.
- 7.13 Технико - экономический расчет теплового двигателя.
- 7.14 Технико - экономический расчет систем отопления, вентиляции и кондиционирования.
- 7.15 Печи черной и цветной металлургии.
- 7.16 Расчет теплообменного аппарата на ЭВМ.
- 7.17 Анализ цикла холодильной установки на ЭВМ.
- 7.18 Численное исследование тепловых технологических процессов (прессование, кондиционирование, охлаждение).
- 7.19 Проект теплоснабжения предприятий от производственно - отопительной котельной.
- 7.20 Расчет основных процессов энерготехнической схемы производства технологических газов.
- 7.21 Тепловой расчет переменных режимов работы сварочного аппарата.
- 7.22 Тепловой баланс теплового технологического аппарата.
- 7.23 Разработка установки для получения теплоты за счет нетрадиционных источников энергии.
- 7.24 Расчет теплообменных аппаратов различного назначения и их оптимизация.

- 7.25 Расчет теплообмена в лопатках газовых турбин.
- 7.26 Расчет прогрева элементов конструкции силовой установки.
- 7.27 Расчет нагрева сопла реактивного двигателя.
- 7.28 Расчет топлива в баке.
- 7.29 Расчет теплообмена на внешней поверхности летательного аппарата.
- 7.30 Расчет теплообмена при охлаждении платы ЭВМ.

VIII. Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов является важной и ответственной частью изучения курса, существенно дополняющей аудиторные занятия. В зависимости от общего количества часов, отводимых на дисциплину, на самостоятельную проработку может выноситься изучение отдельных теоретических разделов, решение задач по темам, а также выполнение расчетно - графических работ и самостоятельное исследование в производственных условиях. Кроме того, самостоятельно могут выполняться отдельные лабораторные работы или расчеты на ЭВМ.

Объем и содержание самостоятельной работы студентов определяют кафедры, в зависимости от специфики каждой специальности, а также от оснащенности конкретных вузов (наличие необходимых площадей, оборудования, литературы и т.п.). Для повышения эффективности самостоятельных занятий кафедры должны обеспечивать этот вид учебной работы необходимыми методическими материалами, а также предусмотреть консультативную помощь преподавателей. Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме коллоквиумов, защиты лабораторных и расчетно - графических работ, собеседования, а также обсуждения рефератов.

IX. Рекомендации по составлению рабочих программ.

Рабочие программы теплотехнических дисциплин разрабатываются высшим учебным заведением в соответствии с объемом часов, отводимых на их изучение учебными планами вузов. В целях обеспечения необходимого уровня теплотехнической подготовки будущих специалистов Научно - методический совет по теплотехнике

Госкомвуза РФ рекомендует высшим учебным заведениям при разработке своих учебных планов руководствоваться следующими уровнями теплотехнических дисциплин.

Объем работы студентов (часы)		
уровень	Всего	С преподавателем
1	До 90	До 50
2	До 140	150 - 100
3	Свыше 140	Свыше 100

Для направлений 550900, 552700, 553100 и специальностей высшего профессионального образования 070200, 070700, 100500-101500, 130200, 130400, 130500 - 131500, 140200 выделяемые часы предусматриваются для изучения курсов теоретических основ теплотехники (технической термодинамики и теории теплообмена).

В рабочие программы должны включаться как основные разделы курсов, так и модули, учитывающие специфику вузов и направлений, а также дополнительные материалы основных разделов. В рабочей программе необходимо приводить перечень практических занятий и лабораторных работ, а также тематику расчетно - графических работ. Тематика контрольных работ определяется кафедрами в соответствии с основными и дополнительными разделами курсов. Число контрольных работ зависит от уровня подготовки (1-й уровень - одна работа, 2-й уровень - две работы, 3-й уровень - три - четыре работы). Объем контрольных работ устанавливается из расчета времени, отводимого на самостоятельную работу студентов.

Х. Использование ЭВМ.

10.1 Для обучения и контроля занятий студентов по всем разделам курса.

При наличии обучающих и контролирующих программ ЭВМ может

использоваться при самостоятельной проработке студентами различных разделов курса, при защите студентами лабораторных, расчетно - графических и курсовых работ. В первую очередь рекомендуется применение этих программ при преподавании термодинамики и теории теплообмена.

10.2 Для обработки и анализа опытных данных, полученных в процессе выполнения лабораторных работ.

10.3 Для выполнения лабораторных работ в имитационном исполнении.

10.4 Для выполнения расчетов в процессе проведения практических занятий.

10.5 Для выполнения расчетно - графических и курсовых работ.

Следует обратить внимание преподавателей на опасность сведения основной части работ к составлению студентами соответствующих вычислительных программ или к проведению самих расчетов на ЭВМ. Основное внимание должно быть обращено на физическую сущность рассматриваемых тепловых процессов и изучаемых физических параметров.

XI. Литература.

11.1 Основная.

11.1.1 Теплотехника. /Под общей редакцией Крутова В.И. - М.: Машиностроение, 1986 г., - 432 с.

11.1.2 Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е., Техническая термодинамика. - М.: Наука, 1979 г., - 512 с.

11.1.3 Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергоиздат, 1981 г., - 416 с.

11.1.4 Теория теплообмена. /Под редакцией Леонтьева А.И. М.: Высшая школа., 1979 г., - 495 с.

11.1.5 Арнольд Л.В., Михайловский Г.А., Селиверстов В.М. Техническая термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа., 1979 г., - 446 с.

11.1.6 Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. - М.: Энергия, 1977 г., - 344 с.

11.1.7 Юдаев Б.Н. Теплопередача. - М.: Высшая школа., 1981 г., - 320 с.

- 11.1.8 Юдаев Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача. - М.: Высшая школа., 1988 г., - 480 с.
- 11.1.9 Поршаков В.П., Бикчентай Р.Н., Романов Б.А. Термодинамика и теплопередача (в технологических процессах нефтяной и газовой промышленности). - М.: Недра, 1987 г.
- 11.1.10 Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. - М.: Высшая школа., 1986 г., - 344 с.
- 11.1.11 Кушнырев В.И., Лебедев В.И., Павленко А.В. Техническая термодинамика и теплопередача. М.: Стройиздат, 1986 г., - 464 с.
- 11.1.12 Исаев С.И. Курс химической термодинамики. - М.: Машиностроение, 1986 г., - 272 с.
- 11.1.13 Metallургическая теплотехника. / Под редакцией Кривандина В.А. - М.: Metallургия, 1986 г.
- 11.1.14 Брдлик П.М. и др. Теплотехника и теплоснабжение предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности. - М.: Лесная промышленность, 1988 г.
- 11.1.15 Техническая термодинамика. / Под редакцией Крутова В.И. - М.: Высшая школа., 1982 г.
- 11.1.16 Теплотехника. / Под редакцией Баскакова А.П., - М.: Энергоиздат, 1982 г., - 246 с.
- 11.1.17 Тихомиров К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1984 г., 272 с.
- 11.1.18 Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. / Под редакцией Гусева В.М. - М.: Стройиздат, 1981 г., - 343 с.
- 11.1.19 Арсеньев Г.В., Белоусов В.П., Дранченко А.А. и др. Тепловое оборудование и тепловые сети. М.: Энергоатомиздат, 1988 г., - 400 с.
- 11.1.20 Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике. Учебник для авиационных специальностей вузов. 2-е издание, переработанное и дополненное. / Под редакцией Андуревского В.С. и Кошкина В.К. / - М.: Машиностроение, 1992 г. - 528 с.
- 11.1.21 Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача. Учебник для авиационных вузов. 3-е издание, переработанное. - М.: Высшая школа, 1991 г., - 480 с.
- 11.1.22 Техническая термодинамика. Учебник для машиностроительных специальностей вузов. / Под редакцией

- Крутова В.И. 3-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Высшая школа, 1991 г., - 384 с.
- 11.1.23 Теплотехника. Учебник для вузов. / Под редакцией Баскакова А.П. 2-е издание, переработанное. М.: Энергоатомиздат., 1991 г., - 224 с.
- 11.1.24 Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобашта С.П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. Учебник для вузов по инженерным специальностям сельского хозяйства. М.: Агропромиздат, 1990 г., - 463 с.
- 11.1.25 Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. Учебник для вузов по специальностям "Технология машиностроения" и "Металлорежущие станки и инструменты". М.: Машиностроение, 1990 г., - 288 с.

Списки основной и дополнительной литературы устанавливаются кафедрами с учетом обеспеченности вузов учебниками и учебными пособиями по дисциплинам.

11.2 Дополнительная.

- 11.2.1 Алексеев. Г.Н. Общая теплотехника. - М.: Высш. шк., 1980. - 552 с.
- 11.2.2 Новиков И.И. Термодинамика. - М.: Машиностроение, 1984. - 592 с.
- 11.2.3 Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. - М.: Атомиздат, 1979. - 416 с.
- 11.2.4 Кафаров В.В. Основы массопередачи. - М.: Высш. шк., 1979 - 439 с.
- 11.2.5 Сычев В.В. Дифференциальные уравнения термодинамики. - М.: Наука 1981. - 199 с.
- 11.2.6 Кутепов А.Н. Стерман Л.С., Стюшин И.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. М.: Высш. шк., 1986. - 448 с.
- 11.2.7 Лушпа А.И. Основы химической термодинамики и кинетики химических реакций. - М.: Машиностроение, 1981. - 240 с.
- 11.2.8 Зубарев В.Н., Александров А.А., Окотин В.С. Практикум по технической термодинамике М.: Энергоатомиздат, 1986. - 304 с.
- 11.2.9 Практикум по теплопередаче / Под ред. А.П. Солодова. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 296 с.

- 11.2.10 Лабораторный практикум по термодинамике и теплопередаче / Под ред. В.И. Крутова, Е.В. Шимова. - М.: Высш. шк., 1988. - 216 с.
- 11.2.11 Теоретические основы хладотехники. Теплообмен. / Под ред. Э.И. Гуйго. - М.: Агропромиздат, 1986. - 320 с.
- 11.2.12 Андрущенко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок. - М.: Высш. шк., 1985. - 319 с.
- 11.2.13 Бродянский В.М., Фратшер, В. Михалек К. Эксергетический метод и его приложение. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 288 с.
- 11.2.14 Мартыновский В.С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов. - М.: Энергия, 1979. - 288 с.
- 11.2.15 Поршаков Б.П. Газотурбинные установки для транспорта газа и бурения скважин. - М.: Недра, 1982.
- 11.2.16 Селиверстов В.М. Бажан П.И. Термодинамика, теплопередача и теплообменные аппараты. - М.: Транспорт, 1988. - 287 с.
- 11.2.17 Галин М.М. Кирилов П.Л. Тепломассообмен / в ядерной энергетике /. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 386 с.
- 11.2.18 Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 472 с.
- 11.2.19 Задачник по технической термодинамике и теории тепломассообмена. / Под ред. В.И. Крутова и Г.В. Петражицкого. - М.: Высш. шк., 1986. - 383 с.
- 11.2.20. Беляев Н.М. Термодинамика. - К.: Высш. шк., 1987 г., - 344 с.
- 11.2.21. Делягин В.Н., Лебедев В.И., Пермяков В.А. Теплогенерирующие установки. - М.: Стройиздат, 1986 г. - 559 с.
- 11.2.22. Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзиньш Э.Я. Производственные и отопительные котельные. - М.: Энергоатомиздат, 1984 г., - 248 с.
- 11.2.23. Девинс Д. Энергия. - М.: Энергоатомиздат, 1985 г., - 360 с.
- 11.2.24. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. Справочник. / Под общей редакцией Григорьева В.А., и Зорина В.И. - 2-е издание, переработанное. - М.: Энергоатомиздат, 1988 г., - 560 с.
- 11.2.25. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селиверстов В.М. Справочник по теплообменным аппаратам. - М.: Машиностроение, 1989 г.,

- 368 с.
- 11.2.26. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статическая физика. Теория равновесных систем. - М.: изд. МГУ, 1986 г., - 312 с.
- 11.2.27. Будзинаускас М., Клячкин А.Л., Могилевский Г.Д. Основы термодинамики и теплопередачи авиационных двигателей. Учебник для высших учебных заведений гражданской авиации. - М.: Машиностроение, 1987 г., - 232 с.
- 11.2.28. Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие. - М.: Энергоатомиздат, - 1990 г., - 367 с.
- 11.2.29. Эксергетические расчеты технических систем. Справочное пособие. / Под редакцией Долинского А.А. и Бродянского В.В. - Киев, Наукова думка, 1991 г., - 360 с.
- 11.2.30. Полтораки О.М. Термодинамика в физической химии. Учебник для химических и химико-технологических специальностей вузов. - М.: Высшая школа, 1991 г., - 319 с.
- 11.2.31. Бекман Г., Гилли П. Тепловое аккумулирование энергии. Пер. с англ. - М.: Мир, 1987 г., - 272 с.
- 11.2.32. Коровин Н.В. Электрохимическая энергетика. М.: Энергоатомиздат, 1991 г., - 264 с.
- 11.2.33. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков В.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы). - 2-е издание, переработанное и дополненное, - М.: Энергоатомиздат, 1990 г., - 360 с.
- 11.2.34. Блох А.Г., Журавлев Ю.А., Рыжков Л.Н. Теплообмен излучением. Справочник. - М.: Энергоатомиздат, 1991 г., - 432 с.
- 11.2.35. Драганов Б.Х., Есин В.В., Зуев В.П. Применение теплоты в сельском хозяйстве. - Киев, Выща школа, 1988 г., - 319 с.
- 11.2.36. Беляев Н.М. Основы теплопередачи. - Киев, Выща школа, 1989 г., - 343 с.
- 11.2.37. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. Перевод с англ., - М.: Энергоатомиздат, 1990 г. - 392 с.
- 11.2.38. Бурдаков В.П. Электроэнергия из космоса. - М.: Энергоатомиздат, 1991 г., - 152 с.
- 11.2.39. Справочник по теплообменникам. В 2 т. Пер. с англ. Под редакцией Петухова Б.С. и Шикова В.А., М.: Энергоатомиздат, 1987 г., т. 1 - 560 с., т. 2 - 352 с.

- 11.2.40. Транспортная теплотехника. Учебник для вузов ж -д транспорта. Симсон А.Э., Михайлов И.Д., Сахорович В.Д., Перелет В.И. - М.: Транспорт, 1988 г. - 319 с.
- 11.2.41. Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Применение ЭВМ для решения задач теплообмена. Учебное пособие для теплофизических и теплоэнергетических специальностей вузов. - М.: Высшая школа, 1990 г., - 207 с.
- 11.2.42. Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А. Интенсификация теплообмена в каналах. - М.: Машиностроение, 1990 г., - 208 с.
- 11.2.43. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер. с англ. / Под редакцией Малюкова В.А. - М.: Химия, 1982 г., - 695 с.
- 11.2.44. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей. - 3-е издание, переработанное и дополненное, Пер. с англ. / Под редакцией Соколова Б.И. - М.: Химия, 1982 г., - 591 с.
- 11.2.45. Рудобашта С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой. - М.: Химия, 1980 г., - 248 с.
- 11.2.46. Рудобашта С.П., Карташов Э.М. Диффузия в химико-технологических процессах. - М.: Химия, 1993 г., - 209 с.
- 11.2.47. Карташов Э.М. Аналитические методы в теории теплопроводности твердых тел. - Изд. 2-е, дополненное, М.: Высшая школа, 1985 г., - 480 с.
- 11.2.48. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. - 3-е издание переработанное и дополненное, М.: Агропромиздат, 1986 г., - 287 с.
- 11.2.49. Курсовое проектирование по теплотехнике и применению теплоты в сельском хозяйстве. / Под ред. Драганова Б.Х. - М.: Агропромиздат, 1991 г., - 176 с.
- 11.2.50. Захаров А.А. Практикум по применению теплоты в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1985 г., - 175 с.
- 11.2.51. Справочник по теплоснабжению сельскохозяйственных предприятий. / Под общей редакцией Уварова В.В. - М.: Колос, 1983 г., - 313 с.
- 11.2.52. Елизаров А.Г. Отопление и вентиляция зданий и сооружений сельскохозяйственных комплексов. - М.: Стройиздат, 1981 г. - 239 с.
- 11.2.53. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопере-

- даче. Учебное пособие для вузов. - 4-е изд., перераб., - М.: Энергия, 1980 г., - 288 с.
- 11.2.54. Антухов В.В., Павсте Б.Я. Задачник по процессам теплообмена. Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1986 г., - 144 с.
- 11.2.55. Панкратов Г.П. Сборник задач по теплотехнике. Учебное пособие для инженерных специальностей вузов. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Высшая школа, 1986 г., - 248 с.
- 11.2.56. Сборник задач по процессам теплообмена в пищевой и холодильной промышленности. / Г.Я. Данилова, В.Н. Филаткин, М.Г. Щербов, Н.А. Бучко. - М.: Агропромиздат, 1986 г., - 288 с.

Программу составили:

Дрейцер Г.А. - профессор Московского Государственного Авиационного института (технический университет).

Рудобашта С.П. - профессор Московского государственного агроинженерного университета имени В.П. Горячкина.

Шейпак А.А. - профессор Московского автомобилестроительного института.

Ответственный редактор:

Схиртладзе А.Г. - профессор Московского государственного технологического университета "Станкин".

ХП. Примерное содержание рабочих программ для бакалавров различных направлений

Направ- ления	Уровень подготов Объем в час.	Наимен. курса	Разделы курса		Темы прак. зан.	Лабораторные работы	Расчетно- граф. раб.	Темы курс. проект.	Реком. литер.
			основ.	допол.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
550100	2 - 3 100-350	Тепло- техника	1-7;13 16-27	29-31; 36;42; 44;45; 49;55; 56;57; 58;60	5.1-5.4; 5.7-5.10; 5.13-5.18 5.23	4.1.2 ; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.1; 4.2.5 - 4.2.8; 4.2.12; 4.2.13;4.2.15; 4.2.17; 4.2.24	6.9;6.13; 6.33;6.35 6.42;6.43 6.44	7.1- 7.3; 7.10; 7.14; 7.18	11.1.1 11.1.16 11.1.19 11.2.21 11.2.22 11.2.53 11.2.55
550500	3 490	Тепло- массооб- мен Металл. техника	1-11; 14-23 25;28	31;35; 36;38; 39;41; 42;45; 52;54; 59;60	5.1-5.4; 5.10; 5.13-5.17 5.21	4.1.1.;4.1.3;4.1.4; 4.1.5; 4.1.6; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.3; 4.2.7; 4.2.8; 4.2.13; 4.2.14;	6.6;6.7; 6.8;6.23; 6.25;6.29 6.30	7.15 7.16 7.17 7.18	11.1.2 11.1.3 11.1.4 11.1.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
550600	2 120	Термо- динамика	1-8; 16-22; 25;26	59	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.2; 4.1.3; 4.2.1; 4.2.2	6.3;6.11		11.1.1
550800	2 119	Инж. тер- модинам. и энерго технол. химич. произв.	1-7; 12-14; 16-25; 28	30;31; 36;37; 39;42; 44;45; 50;55- 60	5.1;5.3 5.4;5.7; 5.17	4.1.1-4.1.7;4.2.1-4.2.6 4.2.8-4.2.14;4.2.16; 4.2.18; 4.2.20	6.1-6.10	7.22	11.1.1, 11.1.2, 11.1.3, 11.1.5, 11.1.8, 11.2.9, 11.2.53 11.2.56
550900	3 403	Теор.осн тепло- техники и энер- гоиспол. в энерге тике и техноло- гии	1 - 22 29-45	29-45	5.1-5.17	4.1.1.-4.1.7;4.2.1- 4.2.11	6.1-6.9; 6.15-6.17 6.46-6.47	7.16 7.24	11.1.2 11.1.3 11.1.22 11.2.2 11.2.3. 11.2.12 11.2.13 11.2.17 11.2.18

44

45

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									11.2.8
									11.2.9
									11.2.53
551000	2 120	Термо- динамика и тепло- передача	1-4;6; 7;10; 16-21	37;38; 39;40; 41;42; 43;45	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7 4.2.7; 4.2.9 4.2.11	6.1-6.3; 6.19- 6.21; 6.25	7.24- 7.29	11.1.20 11.2.2; 11.2.3; 11.2.4; 11.2.13 11.2.14 11.2.21 11.2.19
551200	1 - 3 50-200	Тепло- техника	1-6; 14; 16-20; 22;24; 25	37;39; 42;45; 57;58; 59;60	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.3;4.1.5;4.1.7;4.2.5 4.2.7;4.2.20	6.1;6.8 6.10		11.1.1- 11.1.3; 11.2.2; 11.2.3

- 46 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
551400	1 85	Термоди- намика и теплоте- редача	1;4;6; 7;9;10; 12-14; 15; 16-21	52;53; 55;56; 57	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1;4.1.3-4.1.5;4.2.7 4.2.9; 4.2.19	6.1-6.3 6.7-6.9		11.1.1- 11.1.3; 11.1.7; 11.1.20 11.2.10 11.2.40 11.2.53
551600	2 100	Тепло- техника	1-7; 12-14; 16-25	29;30; 31;36; 39;45; 49;50; 51;52; 55;56; 60	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1.-4.1.7;4.2.2- 4.2.11; 4.2.13;4.2.18; 4.2.23	6.1-6.6; 6.9-6.11 6.15;6.17 6.18;6.32 6.33;6.51	7.2 7.3; 7.5 7.6 7.10 7.20	11.1.1- 11.1.3; 11.1.6 11.1.8- 11.1.10 11.1.9; 11.2.6; 11.2.7; 11.2.9;
551800	1 - 2 80 - 120	Тепло- техника	1-9;11 13;15- 22;24	42;45; 52;53; 55;57; 58;59; 60	5.1-5.4	4.1.1;4.1.3;4.1.7;4.2.2 4.2.4;4.2.7; 4.2.23	6.3;6.4 6.11;6.14 6.15		11.1.1 11.1.9 11.1.16 11.1.24 11.2.9

- 47 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
552000	1 80	Термо- динам.	1-4;	38;41;	5.1-5.4	4.1.1; 4.1.3-4.1.5;	6.19-6.21		11.1.2;		
			6;7;	42;45	5.13-5.18	4.2.7; 4.2.9; 4.2.19	6.24-6.25		11.1.20		
			10;							11.2.3;	
			16-21							11.2.4	
											11.2.13
									11.2.14		
									11.2.27		
552100	2 100	Теплотех- ника	1-4;6;	38;41;	5.1-5.4						
			7;10;	42;45							
			16-21								
552400	2 119	Тепло- и хладо- техника	1-7;	30;31;	5.1;5.3;	4.1.1-4.1.7;4.2.1-4.2.6	6.1;6.10	7.22	11.1.1		
			12-14;	36;37;	5.4;5.7;	4.2.8;4.2.14;4.2.16;				11.1.2	
			16-25;	39;42;	5.17	4.2.18;4.2.20				11.1.3	
			28	44;45;						11.1.5	
				50;							11.2.8
				55-60							11.2.9
											11.2.53
								11.2.56			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
552600	2-3 100-200	Термоди- намика и теплопе- редача	1-9;11	31;36;	5.1-5.4;	4.1.1-4.1.7; 4.2.1-	6.1-6.5;		11.1.2	
			13;14;	42;44;	5.13-5.18	4.2.11	6.7-6.9;		-	
			15;16-	45			6.14;6.15			11.1.5;
			21;24;				6.17;6.36			11.1.15
			25				6.37			11.2.2-
								11.2.4;		
								11.2.10		
								11.2.13		
552700	3 250	Термоди- намика и тепло- массооб- мен	1-22	29-45	5.1-5.17	4.1.1-4.1.7; 4.2.1-	6.1-6.9;	7.16	11.1.2	
						4.2.11	6.15-6.17	7.24	11.1.3	
										11.1.22
										11.2.2
										11.2.3
								11.2.8		
								11.2.9		
552900	2 90-120	Термоди- намика и тепло- массооб- мен	1-4;	42;48;	5.13-5.18	4.1.1;4.1.3;4.1.7;4.2.2	6.6-6.8		11.1.1	
			6;7;	60		4.2.4;4.2.5;4.2.7	6.25-		11.1.9	
			16-22				6.31;			11.1.13
										11.1.25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
553100	1-3 80-400	Термодинамика и теория тепло-массообмена	1-6;12-22;	29-32; 34;35; 39;43; 44;45	5.1-5.4 5.13-5.16	4.1.1-4.1.7;	6.1-6.4; 6.16;6.17		11.1.2-11.1.4 11.1.15 11.1.22 11.2.2 11.2.3 11.2.5
553300	1 80	Термодинамика и теория тепло-обмена	1;4;6;16-22	34;35; 39;45; 46;47	5.1-5.4 5.13-5.16	4.1.1. - 4.1.7	6.1-6.4; 6.16;6.17		11.1.1 11.1.4 11.1.7 11.1.8
553500	1 80	Тепло-техника	1-6;18-20; 23;26	49;54; 59;60	5.1-5.; 5.24;5.25	4.2.1;4.2.12;4.2.14			11.1.1 11.2.23 11.2.31

X111. Примерное содержание рабочих программ для специальностей

Наименование специальности	Уровень подготовки	Разделы курса		Перечень прак. зан.	Перечень лабораторных работ	Темы расчетно-граф. раб.	Темы курс. проек.	Рекомендуемая литература.
		основ.	допол.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
060300 060800- 061000	1	1-5;16-21; 23;25; 28	59;60;	5.1;5.3; 5.18;5.25	4.2.1; 4.2.13; 4.2.14	6.10;6.34		11.1.1; 11.2.23
070100	2	1-7;12-14; 16-25; 28	30;31; 36;37; 39;42; 44;45; 50; 55-60	5.1;5.3; 5.4;5.7; 5.17	4.1.1 - 4.1.7; 4.2.1 - 4.2.6; 4.2.8 - 4.2.14; 4.2.20	6.1- 6.10	7.22	11.1.1;11.1.2; 11.1.5;11.1.8; 11.1.9;11.2.53 11.2.56
070200 070500 070700	3	1-22	29-45	5.1-5.17	4.1.1 - 4.1.7;4.2.1-4.2.11;	6.1-6.9; 6.15-6.17; 6.48;6.47	7.16; 7.24	11.1.2;11.1.3; 11.2.2;11.2.3; 11.2.12;11.2.13 11.2.17;11.2.18 11.2.8;11.2.9; 11.2.53

1	2	3	4	5	6	7	8	9
070600	2	1-8; 16-21; 25;26;	59	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.2; 4.1.3;4.2.1; 4.2.2	6.3;6.11		11.1.1
070800 070900 071000	1	1-3;5; 6; 16-23	36;37; 39	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.2.16			11.1.3
080700	1	1-5;7; 8; 16-21; 26	59	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.2; 4.1.3;4.2.1; 4.2.2	6.3;6.11		11.1.1
090100- 090500	1	1-5;7; 8; 16-21; 26	59	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.2; 4.1.3;4.2.1; 4.2.2	6.3;6.11		11.1.1
090600	2	1-9;11; 13; 15-22;	31;36; 42;48; 60;61	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.4; 4.2.5; 4.2.7; 4.2.21	6.2- 6.4; 6.11;6.14 6.15;6.32 6.57		11.1.1; 11.1.3; 11.1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
090700	2	1-9;11; 13; 15-22;	42;45; 56;60; 62	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.4; 4.2.22 4.2.23	6.2- 6.4; 6.11;6.14 6.15;6.32		11.1.1; 11.1.3; 11.2.9
090800	2	1-9;11; 13; 15-22;	36;39; 48;60; 61	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.4; 4.2.21	6.3; 6.11 6.15;6.32		11.1.1;11.1.9
090900	1	1-9;12; 16-22; 26	42;52; 53;60	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.4; 4.2.7; 4.2.23	6.3; 6.11 6.15;		11.1.1;11.1.9
100100- 100400	1	1-3;11; 12;16- 19; 23-26	54;59	5.1-5.4;	4.2.15; 4.2.16	6.39;6.40 6.41		11.1.1;11.1.9
100500- 101400	3	1 - 22	29-45	5.1- 5.17	4.1.1-4.1.7; 4.2.1- 4.2.11	6.1-6.9; 7.16 6.15-6.17 6.46;6.47	7.24	11.1.2;11.1.3; 11.1.21;11.1.24 11.2.2;11.2.3; 11.2.6;11.2.8; 11.2.11;11.2.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
101500	2	1-7; 16-22;	29;31; 37;39; 41;42; 45	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.1; 4.2.1; 4.2.5; 4.2.17;4.2.18	6.2;6.4; 6.11		11.1.1 - 11.1.3
110100 110200 110400- 110600	2	1-6; 16-23	36;37; 39;41; 42;49; 50;57; 59;60	5.1 - 5.4 5.6; 5.13-5.18	4.1.3-4.1.7;4.2.8; 4.2.13;4.2.14	6.6;6.7	7.15	11.1.3
110300	3	1-11 14-20	31;36- 39;41; 42;48- 50;52; 54;59; 60	5.1 - 5.5 5.13-5.18	4.1.1;4.1.3-4.1.7;4.2.2 4.2.3; 4.2.7; 4.2.8; 4.2.13;4.2.14;4.2.16; 4.2.17; 4.2.18	6.6-6.8	7.15	11.1.2;11.1.3 11.1.4;11.1.13
110700 110800	2	1-5; 16-23; 25	48;59; 60	5.1-5.4; 5.13-5.18	4.1.3; 4.1.5-4.1.7; 4.2.2; 4.2.3;4.2.7; 4.2.13;4.2.16	6.27;6.29 6.30		11.1.1;11.1.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
120100 120200	1	1-4; 16-20; 22	48	5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.7	6.18;6.23 6.26		11.1.1; 11.1.9; 11.1.25
120300- 120500; 120700- 121000;	1	1-5; 16-22; 23;25	48;60	5.13-5.18	4.1.3; 4.1.6; 4.2.2; 4.2.7; 4.2.8	6.6-6.8; 6.23; 6.27-6.31		11.1.1; 11.1.13 11.1.25
120600;	2	1-4; 6;7; 16-22	42;48; 60	5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3; 4.1.7; 4.2.2; 4.2.4; 4.2.7	6.11;6.15 6.23;6.26 6.27		11.1.1; 11.1.9; 11.1.25
130100; 130600- 130900;	2	1-4; 6;7; 10; 16-21	37;38- 43;45	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1; 4.1.3-4.1.5; 4.2.7; 4.2.9	6.19-6.21 6.24;6.25		11.1.20;11.1.2; 11.1.3; 11.2.4 11.2.13;11.2.14 11.1.21
130200- 130500	3	1-4;6; 7;9;10; 13-14; 15; 16-22	29-42	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1. - 4.1.5;4.2.1- 4.2.9; 4.2.11	6.1-6.3; 6.16; 6.18-6.25	7.25; 7.28	11.1.20;11.1.2; 11.1.3;11.1.12; 11.1.15;11.2.4; 11.2.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9
131100	2	1-11; 16-21	31;37; 38;41; 42;44; 56	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1.; 4.1.3-4.1.5; 4.2.7;4.2.9	6.19-6.21 6.24;6.25	7.24	11.1.20;11.1.2; 11.1.3; 11.2.4 11.2.13;11.2.14
131200 131300	2	1-4;6; 16-21	31;33; 34;37; 41;42; 44;45	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1.; 4.1.3-4.1.5; 4.2.7;4.2.9	6.19-6.21 6.24;6.25		11.1.20;11.1.2; 11.1.3; 11.2.4 11.2.13;11.2.14
131500	3	1-22	29-45	5.1-5.17	4.1.1 - 4.1.7; 4.2.1 - 4.2.11	6.1-6.9 6.15-6.17 6.18-6.25	7.24- 7.28	11.1.2;11.1.3; 11.1.12;11.1.15 11.1.20;11.1.21 11.2.10;11.2.21 11.1.33;11.2.38 11.2.39;11.2.41 11.2.42
131600- 131900	1	1-4;6; 16-21	33; 34;37; 41;42; 44;45	5.13-5.18	4.1.1.; 4.1.3-4.1.5; 4.2.7;4.2.9	6.19-6.21 6.24;6.25		11.1.20;11.1.21 11.1.3; 11.1.2 11.2.4 ;11.2.13 11.2.14

- 56 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
140200 140300 140500	3	1-9;11 13;14; 15; 16-21; 24;25	31;36; 42;44; 45	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1 - 4.1.7; 4.2.1 - 4.2.11	6.1-6.5; 6.7-6.9 6.14;6.16 6.17;6.36 6.37		11.1.2-11.1.5; 11.1.15;11.2.2- 11.2.4;11.2.10; 11.2.13
150100- 150500	3	1-4;6; 7;9; 10;12- 14;15; 16-22	52;53; 55;56; 57	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7; 4.2.1- 4.2.9;4.2.12;4.2.13; 4.2.19	6.1-6.5; 6.7-6.9 6.11;6.12 6.14-6.16	7.14 7.17 7.24	11.1.1-11.1.3; 11.1.7;11.1.15; 11.2.2-11.2.4; 11.2.13;11.2.20
150600	1	1-4;6; 7;9;10 12-14; 16-21	52;53; 55;56; 57	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7;	6.1-6.3; 6.6-6.9		11.1.1-11.1.3; 11.1.17;11.1.20
150700 150800	2	1-4;6; 7;9; 10;12- 14;15; 16-22	52;53; 56;57;	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1 4.1.7; 4.2.1- 4.2.9;4.2.12;4.2.13; 4.2.19	6.1-6.5; 6.7-6.9 6.11;6.12 6.14-6.16	7.14 7.17 7.24	11.1.1-11.1.3; 11.1.7;11.1.15; 11.2.2-11.2.4; 11.2.13;11.2.20

- 57 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
170200	2	1-9;11 13;15- 22;24	42;45; 52;53; 60	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1;4.1.3;4.1.7;4.2.2 4.2.4;4.2.7;4.2.23	6.3;6.4 6.11;6.14 6.15		11.1.1;11.1.9; 11.2.9
170400	3	11-8; 12;13; 15-25; 27	30;31; 32;38; 42;49; 50;55; 57-60	5.1-5.17	4.1.2 4.1.3-4.1.6; 4.2.1; 4.2.6;4.2.8; 4.2.10;4.2.11;4.2.15 4.2.17	6.3;6.5; 6.6;6.9; 6.10	7.19	11.1.24
170500	2	1-7;11 13-22; 24	29-31; 39;42; 45;56	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1;4.1.3;4.1.7;4.2.2 4.2.4;4.2.7;4.2.23	6.2-6.5; 6.11; 6.14-6.18 6.23;6.27 6.28-6.30	7.16	11.1.1-11.1.3; 11.1.7-11.1.9
170900	3	1-8; 11-13; 16-21; 23;24	52;53; 55-57	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7; 4.2.1- 4.2.10;4.2.12;4.2.13; 4.2.19	6.1-6.5; 6.7-6.9; 6.11;6.12 6.14-6.16	7.14 7.17 7.24	11.1.1-11.1.13 11.1.7;11.1.5; 11.2.2-11.2.4; 11.2.13
171000 171100	1	1-6; 16-21;	55;57- 60	5.1-5.4	4.1.2;4.1.3;4.1.7;4.2.3 4.2.5;4.2.15;4.2.18; 4.2.19;4.2.20;4.2.23	6.14;6.15 6.51		

85

1	2	3	4	5	6	7	8	9
171300	2	1-8; 16-22;	31;36- 39;41; 42	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1. - 4.1.7;	6.6-6.8; 6.16;6.17 6.18	7.24 7.30	11.1.1;11.1.3; 11.1.20;11.2.11
180700	1	1-5;16 21;26		5.1 - 5.4	4.1.3; 4.1.5; 4.1.6; 4.2.2; 4.2.7- 4.2.9	6.6 -6.8; 6.15		11.1.1
210200	2	1-8; 11-18; 16-22	29-31; 36;37; 41;42	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7; 4.2.1 - 4.2.11	6.1 - 6.9		11.1.1 - 11.1.8
230100	1	1-5; 16-21	53;56; 58	5.1-5.4	4.1.1 - 4.1.7; 4.2.18; 4.2.19	6.1 - 6.9		11.1.1
240500	3	1-9;11 13-21; 24;25	31;36; 42;44; 45	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7; 4.2.1 - 4.2.11	6.1 - 6.5 6.7 - 6.9 6.14;6.16 6.17;6.36 6.37		11.1.2-11.1.5; 11.1.15; 11.2.2 - 11.2 11.2.10;11.2.13

59

1	2	3	4	5	6	7	8	9
250100- 251800	2	1-7;9; 11-14; 16-25	29-31; 36;37; 39;45; 49-52; 55;56; 60	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7; 4.2.1 - 4.2.11 4.2.13;4.2.18;4.2.28	6.1-6.6; 6.9;6.11; 6.15;6.17 6.18;6.32 6.33;6.51	7.2; 7.3; 7.5; 7.6; 7.10; 7.20	11.1.1 - 11.1.3 11.1.6;11.1.8 - 11.1.10;11.2.9; 11.2.6;11.2.7
260100- 260300	2	1-8; 11; 15-25; 27	31;36; 49;57 59;60	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.2-4.1.4;4.1.6; 4.2.1;4.2.6;4.2.8; 4.2.10;4.2.11	6.3;6.5 6.6;6.9; 6.10	7.18	11.1.14
270100- 271200	2	1-7; 12-14; 16-25; 28	30;31; 36;37; 42;44; 45;50; 55;60	5.1;5.3; 5.4;5.7; 5.17	4.1.1 - 4.1.7; 4.2.1 - 4.2.14; 4.2.16;4.2.18	6.1 6.20	7.22	11.1.1-11.1.3; 11.2.8;11.2.9; 11.2.53;11.2.5 11.1.5
280100- 281100	2	1-6;14 16-20; 22;24; 25	37;39; 42;45; 47 57-60	5.1-5.4 5.13-5.18	4.1.3;4.1.5;4.1.7; 4.2.5; 4.2.7; 4.2.20	6.1;6.8; 6.10		11.1.1-11.1.3; 11.2.2;11.2.3

- 60 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
290100	1	16-20; 22						11.1.1;11.1.16 11.1.17
290300	2	1-5;12 16-20; 22	58					11.1.1;11.1.16 11.1.17
290400	2	16-18; 20;22	37;42	5.13				11.1.3
290500	3	1-4;13 16-20; 22-27	37;49; 58;59	5.1-5.4 5.7;5.10; 5.13;5.23	4.1.2;4.1.4;4.1.5; 4.1.7;4.2.1;4.2.5; 4.2.12;4.2.15;4.2.17	6.9	7.1- 7.3; 7.10; 7.23	
290600	2	1-7;13 16-20; 22-24	36;37; 39;44; 45;50; 57-59 49	5.1-5.4 5.7;5.10; 5.13-5.18 5.29	4.1.1-4.1.3;4.1.7;4.2.1 -4.2.6; 4.2.9;4.2.12; 4.2.16;4.2.20	6.9;6.13; 6.33	7.22 7.5	11.1.1;11.1.10; 11.1.16;11.2.15

- 61 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
290700	3	1-7; 11-20; 22-27	29-31; 36;38; 39;44; 45;49; 54;55; 56	5.1-5.4 5.10 5.13-5.18 5.2.3	4.1.1-4.1.3;4.1.7; 4.2.1;4.2.5;4.2.6; 4.2.10;4.2.12;4.2.13; 4.2.15	6.33;6.35 6.36; 6.42-6.44	7.1- 7.3; 7.11; 7.14; 7.19	11.1.1;11.1.10; 11.1.16;11.2.15 11.2.16;11.2.17
290800	2	1-6; 16-18; 20;22; 24	42;58	5.1-5.4 5.10; 5.13-5.18 5.2.3;	4.1.2;4.1.3;4.1.5;4.1.2 4.2.3	6.7; 6.9	7.1; 7.24	11.1.1;11.1.16; 11.2.17
311200 311300	2	1-8;11 13; 16-24; 27	49;53; 54;56; 57-60	5.1-5.4; 5.10;5.11 5.12;5.17 5.22	4.1.2;4.1.3;4.1.7;4.2.3 4.2.5;4.2.15;4.2.18- 4.2.20;4.2.23;4.2.24	6.14;6.15 6.49-6.51	7.4; 7.7- 7.11;	11.1.1; 11.1.3; 11.1.1; 11.1.3; 11.1.24;11.2.13 11.2.35;11.2.48 11.2.52
311400- 311600	1	1-8;11 13; 16-24; 27	53;55- -60	5.1 - 5.4 5.10-5.12	4.1.2;4.1.3;4.1.7;4.2.3 4.2.5;4.2.15;4.2.18- 4.2.20;4.2.23;4.2.24	6.14;6.15 6.49-6.51		11.1.1; 11.1.3; 11.1.1; 11.1.3; 11.1.24;11.2.13 11.2.35;11.2.48 11.2.52

- 29 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9
320600 320700	1	1-6; 16-20; 23-26	49;54	5.1 - 5.4	4.2.1;4.2.12; 4.2.14	6.32		11.1.1;11.2.23; 11.2.31
330200 330500	1	1-6; 16-20; 23-26	49;54	5.1 - 5.4 5.24; 5.2	4.2.1;4.2.12; 4.2.14			11.1.1;11.2.23; 11.2.31
330400	3	1-8;13 14; 16-22; 23;24	29-31; 39;41; 42;45; 49;50	5.1-5.4; 5.8; 5.13-5.18	4.1.1-4.1.7; 4.2.1; 4.2.12	6.1-6.3; 6.7-6.9; 6.17		11.1.1-11.1.4; 11.2.19;11.2.53 11.2.54

- 33 -