

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Череповецкий государственный университет»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

институт (факультет)

КАФЕДРА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

кафедра

УТВЕРЖДЕНО

на заседании ученого совета
Инженерно-технического института
«29» августа 2017 г.

дата утверждения

протокол № 1
директор института (факультета)
/ А.В. Кожевников
ФИО
(подпись)



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО
СПЕЦИАЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОГРАММАМ
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В
АСПИРАНТУРЕ

Уровень профессионального образования, в рамках которого изучается
дисциплина (модуль):

высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

(высшее образование – бакалавриат; высшее образование – специалитет, магистратура;
высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-
педагогических кадров в аспирантуре)

Направления подготовки (специальности):

13.06.01 ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОТЕХНИКА

(коды и наименования укрупненных групп направлений подготовки (специальностей) / коды и наименования
направлений подготовки (специальностей), в рамках которых изучается дисциплина (модуль), в соответствии с
перечнем специальностей и направлений подготовки высшего образования, утвержденным Министерством
образования и науки Российской Федерации)

Направленность (профиль) образовательной программы:

ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Общие сведения о программе

Программа вступительного испытания составлена на основе требований ФГОС ВО по направлениям подготовки (специальностям):

Код и наименование направления подготовки (специальности)	Дата и номер приказа Минобрнауки России
13.06.01 Электро- и теплотехника	№878 от 30 июля 2014 г.

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам бакалавриата или магистратуры.

Программа вступительного испытания рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

наименование кафедры

от 26.06.2017, протокол № 11.

Заведующий кафедрой

дата подписания


 подпись

С.В. Лукин

И.О. Фамилия

Сведения о разработчике(ах) программы:

**ЛУКИН СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, Д.Т.Н., ПРОФЕССОР,
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ**

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

**СИНИЦЫН НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ, Д.Т.Н., ПРОФЕССОР, ЗАМ. ЗАВ.
КАФЕДРОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ**

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

**ШЕСТАКОВ НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ, Д.Т.Н., ПРОФЕССОР, ПРОФЕССОР
КАФЕДРЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ**

(ФИО, ученая степень, ученое звание, должность, место работы)

I. ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания проводятся в устной форме по билетам.

II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ПО ПОДГОТОВКЕ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Настоящая программа составлена на основе дисциплин направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника», связанных с особенностями анализа, синтеза и технического использования промышленного теплотехнического оборудования, с оптимизацией теплотехнических процессов в установках и теплотехнологических комплексах.

Тема 1. Фундаментальные основы промышленной теплоэнергетики

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроецессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроецессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах. Водяной пар. P-V, T-S, H-S диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах. Влажный воздух. H-D диаграммы. Циклы Карно, Ренкина. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин. Термодинамика потока. Скорость звука. Сопло Лаваля. Истечение водяного пара. Дросселирование.

Конвективный тепло- и массоперенос. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Законы Ньютона, Фурье и Фика. Основы теории пограничного слоя.

Автомодельные решения уравнений ламинарного слоя. Особенности расчета тепло- и массообмена при турбулентном течении жидкости. Влияние на тепло- и массообмен вдува и отсоса вещества. Решения для ламинарного слоя и турбулентный слой. Трение и теплообмен при массообмене на поверхности тел. Внутренние задачи тепло- и массопереноса. Трение и теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях в трубах.

Тепло- и массообмен при фазовых превращениях. Соотношение Герца—Кнудсена для потока массы при фазовом переходе первого рода. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Критический радиус пузырька. Кривая кипения для неограниченного объема. Кипение внутри труб. Особенности двухфазного потока и теплообмена. Влияние давления на процесс кипения. Конденсация пленочная и капельная. Конденсация паров из смеси с инертными газами. Тепло- и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду. Тепло- и массообмен в процессах сублимации: с открытой поверхностью, из пористой металлокерамики.

Диффузия жидкости в газовые среды и перенос массы в капиллярно-пористых телах. Дифференциальные уравнения диффузии. Сорбционные процессы. Уравнения сорбции.

Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана— Больцмана. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Собственное интегральное излучение твердых тел. Спектр излучения твердых тел. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.

Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом.

Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Концентрационные границы самовоспламенения и зажигания.

Самовоспламенение твердого топлива. Нормальное горение. Турбулентное распространение пламени в газовых смесях.

Механизм и кинетика горения индивидуальных газов. Механизм термического разложения углеводородов. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Устойчивость горения газового факела. Методы интенсификации сжигания газов. Основные реакции горения и газификации углерода. Термическое разложение натуральных топлив. Роль летучих и золы в процессах горения. Особенность горения угольной пыли. Горение и газификация угля в неподвижном слое. Пути интенсификации горения твердого топлива. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Горение распыленного топлива в факеле. Интенсификация процессов горения.

Тема 2. Источники и системы теплоснабжения предприятий

Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии. Расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями. Использование математического моделирования,

пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения.

Тема 3. Котельные установки и парогенераторы

Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах. Расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и пароводогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводяными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний.

Тема 4. Теплообменное оборудование предприятий

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников. Деаэраторы. Основы расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки. Тепловой баланс конвективной сушильной установки. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Основы расчета и подбора стандартного оборудования.

Тема 5. Тепловые двигатели и нагнетатели

Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Схемы поршневых

компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок. Особенности работы турбодетандеров. Область применения двигателей Стирлинга.

Тема 6. Технологические энергоносители предприятий

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях. Система воздухообеспечения. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе. Природные искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы очистки, аккумуляции, использование избыточного давления. Проблемы защиты окружающей среды. Системы холодоснабжения. Методика определения потребности в холоде. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Схемы потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения. Методы расчета технологических схем станций разделения.

Тема 7. Энергетика теплотехнологии

Методологические основы создания энерго- и материалосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем. Метод предельного энергосбережения.

Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии. Принципы эффективного комбинирования источников энергии. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках. Технология сжигания

топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. Огневое обезвреживание и регенерация производственных отходов.

Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД. Оптимизация балансов в целях повышения технологической эффективности производства, экономии энергетических и материальных ресурсов, защиты окружающей среды.

Термодинамические идеальные теплотехнические установки и системы. Теоретический минимум энергозатрат (расход топлива) на процесс. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем.

Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования. Тепловые схемы технологических, комбинированных и энергетических систем и комплексов.

Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала.

Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнического принципа погруженного в расплав факела.

Тепло- и массообмен в расплавах в отсутствие и при наличии газового барботажа. Плавление технологического материала, нагрев расплава, растворение твердых частиц и гомогенизация расплава в ванне. Нагрев изделий и заготовок в расплаве.

Физическое и математическое моделирование теплотехнических процессов в теплотехнологии. Автоматизированные системы научных исследований.

Тема 8. Экономика

Динамика потребления энергетических ресурсов. Долгосрочные прогнозы мирового потребления энергии. Характеристики различных источников энергии. Возобновляемые источники энергии, новые источники энергии. Ядерная энергетика. Энергетика и экономика. Влияние энергосбережения на темпы развития экономики.

Структура потребления электрической энергии и теплоты и организация управления промышленными предприятиями, пути их совершенствования. Капитальные вложения, источники инвестиций, основные фонды и оборотные средства: структура, динамика, показатели, пути повышения эффективности использования.

Ценообразование.

Вопросы вступительных экзаменов

1. Первый закон термодинамики.
2. Теплоемкость. Изопроеессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроеессов.
3. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах.
4. Водяной пар. P-V, T-S, H-S диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах.
5. Влажный воздух. H-D диаграммы.
6. Циклы Карно, Ренкина. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин.
7. Термодинамика потока.
8. Скорость звука. Сопло Лавалья.
9. Истечение водяного пара.
10. Дросселирование.
11. Конвективный тепло- и массоперенос.
12. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии.
13. Законы Ньютона, Фурье и Фика.
14. Основы теории пограничного слоя.
15. Автомодельные решения уравнений ламинарного слоя.
16. Особенности расчета тепло- и массообмена при турбулентном течении жидкости.
17. Влияние на тепло- и массообмен вдува и отсоса вещества.
18. Решения для ламинарного слоя и турбулентный слой.
19. Трение и теплообмен при массообмене на поверхности тел. Внутренние задачи тепло- и массопереноса.
20. Трение и теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях в трубах. Тепло- и массообмен при фазовых превращениях.
21. Соотношение Герца—Кнудсена для потока массы при фазовом переходе первого рода.
22. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме.
23. Критический радиус пузырька.
24. Кривая кипения для неограниченного объема.
25. Кипение внутри труб.
26. Особенности двухфазного потока и теплообмена.
27. Влияние давления на процесс кипения.
28. Конденсация пленочная и капельная.
29. Конденсация паров из смеси с инертными газами.
30. Тепло- и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду. Тепло- и массообмен в процессах сублимации: с открытой поверхности, из пористой металлокерамики.
31. Диффузия жидкости в газовые среды и перенос массы в капиллярно-пористых телах.

32. Дифференциальные уравнения диффузии.
33. Сорбционные процессы.
34. Уравнения сорбции.
35. Контактный теплообмен.
36. Радиационный теплообмен.
37. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана— Больцмана.
38. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах.
39. Собственное интегральное излучение твердых тел.
40. Спектр излучения твердых тел.
41. Поглощательная и излучательная способности тела.
42. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.
43. Процессы смесеобразования.
44. Молекулярная и турбулентная диффузия.
45. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом.
46. Процессы воспламенения и распространения пламени.
47. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей.
48. Тепловая и цепная теория самовоспламенения.
49. Концентрационные границы самовоспламенения и зажигания.
50. Самовоспламенение твердого топлива.
51. Нормальное горение.
52. Турбулентное распространение пламени в газовых смесях.
53. Механизм и кинетика горения индивидуальных газов.
54. Механизм термического разложения углеводородов.
55. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Устойчивость горения газового факела.
56. Методы интенсификации сжигания газов.
57. Основные реакции горения и газификации углерода.
58. Термическое разложение натуральных топлив.
59. Роль летучих и золы в процессах горения. Особенность горения угольной пыли.
60. Горение и газификация угля в неподвижном слое.
61. Пути интенсификации горения твердого топлива.
62. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива.
63. Горение распыленного топлива в факеле.
64. Интенсификация процессов горения.
65. Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде.
66. Тепловые сети.
67. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей.
68. Промышленные котельные.
69. Тепловые схемы и их расчет.
70. Методы распределения нагрузки котлами.

71. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных.
72. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий.
73. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей.
74. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии.
75. Расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями.
76. Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения.
77. Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах.
78. Расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, производственных отходов.
79. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Пароперегреватели котлов.
80. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали.
81. Конструктивные схемы воздушных подогревателей.
82. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией.
83. Водогрейные и паро-водогрейные котлы.
84. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводными теплоносителями.
85. Котлы, использующие теплоту технологического продукта.
86. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей.
87. Определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний.
88. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники.
89. Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников.
90. Деаэраторы. Основы расчета.
91. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки.
92. Тепловые схемы и установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации.
93. Основы теплового расчета.
94. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и

- термодинамические основы процессов перегонки и ректификации.
95. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов.
 96. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки.
 97. Тепловой баланс конвективной сушильной установки.
 98. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов.
 99. Основы расчета и подбора стандартного оборудования. Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий.
 100. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.
 101. Схемы поршневых компрессоров.
 102. Принцип работы поршневого детандера.
 103. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера.
 104. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях.
 105. Способы изменения характеристики вентилятора.
 106. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры.
 107. Основные способы изменения характеристики компрессора.
 108. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени.
 109. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины.
 110. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Принципиальные схемы паротурбинных установок.
 111. Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины.
 112. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок.
 113. Особенности работы турбодетандеров.
 114. Область применения двигателей Стирлинга.
 115. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях.
 116. Характеристика энергоносителей.
 117. Методика определения потребности в энергоносителях. Система воздухообеспечения.
 118. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции.
 119. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия.

120. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения.
121. Расчет системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе. Природные искусственные и отходящие горючие газы.
122. Проблемы очистки, аккумулялирование, использование избыточного давления.
123. Проблемы защиты окружающей среды.
124. Системы холодоснабжения.
125. Методика определения потребности в холоде.
126. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха.
127. Схемы потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения.
128. Методы расчета технологических схем станций разделения. Методологические основы создания энерго- и материалосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем.
129. Метод предельного энергосбережения.
130. Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса.
131. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии.
132. Принципы эффективного комбинирования источников энергии.
133. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках.
134. Технология сжигания топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках.
135. Огневое обезвреживание и регенерация производственных отходов. Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем.
136. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД. Оптимизация балансов в целях повышения технологической эффективности производства, экономии энергетических и материальных ресурсов, защиты окружающей среды.
137. Термодинамические идеальные теплотехнические установки и системы.
138. Теоретический минимум энергозатрат (расход топлива) на процесс.
139. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок.
140. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем.
141. Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием.
142. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования.

143. Тепловые схемы технологических, комбинированных и энергетических систем и комплексов.
144. Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала.
145. Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнического принципа погруженного в расплав факела.
146. Тепло- и массообмен в расплавах в отсутствие и при наличии газового барботажа. Плавление технологического материала, нагрев расплава, растворение твердых частиц и гомогенизация расплава в ванне. Нагрев изделий и заготовок в расплаве.
147. Физическое и математическое моделирование теплотехнических процессов в теплотехнологии. Автоматизированные системы научных исследований.
148. Динамика потребления энергетических ресурсов. Долгосрочные прогнозы мирового потребления энергии.
149. Характеристики различных источников энергии.
150. Возобновляемые источники энергии, новые источники энергии.
151. Ядерная энергетика.
152. Энергетика и экономика. Влияние энергосбережения на темпы развития экономики.
153. Структура потребления электрической энергии и теплоты и организация управления промышленными предприятиями, пути их совершенствования.
154. Капитальные вложения, источники инвестиций, основные фонды и оборотные средства: структура, динамика, показатели, пути повышения эффективности использования.
155. Ценообразование.

III. ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Лукин С.В. Методологические основы охлаждения в кристаллизаторе машины непрерывного литья заготовок / С. В. Лукин, Н. И. Шестаков ; Лукин С.В., Шестаков Н.И. ; науч. ред. Н.Н.Синицын. - Череповец : ФГБОУ ВПО ЧГУ, 2012. - 225 с. - Библиогр.: с. 214-225. - ISBN 978-5-85341-486-0
2. Лукин, С. Физическое моделирование процессов передачи теплоты: учебное пособие / С. Лукин ; Череповецкий государственный университет ; науч. ред. Р.А. Юдин. - Череповец : Издательство ЧГУ, 2016. - 112 с. : ил.,табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-85341-639-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434810>

3. Ляшков, В.И. Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики: учебное пособие. - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 139 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277818>
4. Моделирование систем: Подходы и методы: учебное пособие / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - СПб. : Издательство Политехнического университета, 2013. - 568 с. : схем., ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7422-4220-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362986>
5. Сеницын Н.Н. Математическое моделирование процессов теплообмена: Учебное пособие для вузов / Н. Н. Сеницын ; Сеницын Н.Н. ; под ред. Н.И. Шестакова. - Череповец : ЧГУ, 2015. - 113 с. + табл. - Библиогр.: с. 112-113. - ISBN 978-5-85341-658-1

Дополнительная литература:

1. Общая энергетика : учебник : в 2 кн. / В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др. ; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - Кн. 1. Альтернативные источники энергии. - 434 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-5763-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693>
2. Горелов, С.В. Основы научных исследований : учебное пособие / С.В. Горелов, В.П. Горелов, Е.А. Григорьев ; под ред. В.П. Горелова. - 2-е изд., стер. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 534 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8350-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443846>
3. Сеницын, Н.Н. Теплообмен одиночных капель в газовом потоке / Н. Н. Сеницын, Н. И. Шестаков, Г. И. Шаров ; Сеницын Н.Н., Шестаков Н.И., Шаров Г.И. - Череповец : ГОУ ВПО ЧГУ, 2000. - 136 с. - Библиогр.: с. 130-136.
4. Шаров, Г.И. Инфракрасная пирометрия теплотехнических силовых установок / Г. И. Шаров, Н. И. Шестаков, Н. Н. Сеницын ; Г.И. Шаров, Н.И. Шестаков, Н.Н. Сеницын ; под ред. Л.Г. Делюсто. - Череповец : ЧГУ, 2001. - 269 с. : ил. - Библиогр.: с. 250-265.