

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Лебедев

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И
СИСТЕМАМИ**

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль программы:	Технологии производства электрической и тепловой энергии
Программа	академическая магистратура
Форма обучения:	очная
Составитель:	к.т.н. Лебедев В.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146.
- на основании учебного плана подготовки по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень магистратуры), направленность (профиль) подготовки «Технологии производства электрической и тепловой энергии».

Составитель _____ к.т.н., профессор В.А. Лебедев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехники и теплоэнергетики от 27.01.2022 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., профессор В.А. Лебедев

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель дисциплины:

- формирование общепрофессиональных и профессиональных специализированных компетенций в соответствии с принятыми видами профессиональной деятельности;
- формирование у студентов знаний и практических навыков в области автоматического управления теплоэнергетическим оборудованием и системами.

Основные задачи дисциплины:

- изучение принципов построения, функционирования, развития систем автоматизации теплоэнергетических процессов и объектов и основ их эксплуатации;
- изучение принципов действия и конструктивных особенностей технических средств автоматизации теплоэнергетических процессов и объектов;
- формирование знаний о теоретических основах принципов действия, особенностях конструктивного исполнения и практических навыков эксплуатации систем автоматического управления основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования;
- формирование знаний принципов построения, конструктивных особенностей и навыков эксплуатации средств автоматизации систем теплоснабжения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами» относится к дисциплинам в обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника (уровень магистратуры), направленность (профиль) подготовки «Технологии производства электрической и тепловой энергии». и изучается во 2 семестре.

Дисциплина «Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами» является предшествующей для изучения следующих дисциплин: «Парогазовые и газотурбинные установки ТЭС», «Технологии производства электрической и тепловой энергии на АЭС и ТЭС», «Проблемы обеспечения надёжности, живучести и безопасности теплоэнергетических систем».

Особенностью дисциплины является то, что большое внимание уделено принципам построения систем автоматического управления теплоэнергетическим оборудованием с точки зрения системных представлений объектов и технологий теплоэнергетики, а также основам их эксплуатации. В учебном процессе применяются современные технологии и методики обучения, развивающие аналитические способности, практические умения и навыки у обучающихся.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции по ФГОС		Основные показатели освоения дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования. ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач. ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.
Способен к разработке проектов, направленных на повышение энергетической эффективности объектов профессиональной деятельности	ПКС-4	ПКС-4.1. Определяет потребности производства в топливно-энергетических ресурсах, подготавливает обоснования развития энергохозяйства, реконструкции и модернизации систем тепло- и энергоснабжения. ПКС-4.2. Обеспечивает бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического, теплотехнического оборудования, электрических и тепловых сетей. ПКС-4.3. Участвует в разработке мероприятий по соблюдению технологической дисциплины, совершенствованию технологии производства продукции на объектах профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 ак. часов).

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
Аудиторные занятия, в том числе:	72	72
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	54
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	72	72
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Подготовка к практическим занятиям	48	48
Подготовка к лабораторным занятиям	24	24
Вид промежуточной аттестации - экзамен	36	36
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
	ак. час.	180
	зач. ед.	5

4.2 Содержание дисциплины

Дисциплина содержит 5 разделов, которые обеспечивают следующие виды занятий: лекционный курс, практические занятия в аудитории, лабораторные занятия в лаборатории, самостоятельная работа с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача экзамена.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проекта)
1	Технические средства автоматизации	42	4	16	8	14
2	Автоматизация основного оборудования теплоэнергетических объектов	32	4	8	4	16
3	Автоматизация вспомогательного оборудования	20	4	4	-	12
4	Автоматизация систем теплоснабжения	23	3	2	6	12
5	Системы логического управления и автоматической защиты	27	3	6	-	18
	Итого:	144	18	36	18	72

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Технические средства автоматизации	<p>Введение. Структура дисциплины «Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами», ее значение для профессиональной подготовки.</p> <p>Простейшие регуляторы прямого действия. Регуляторы косвенного действия. Регуляторы дискретного типа. Периферийные устройства САР. Электронные средства автоматизации. Пневматические и гидравлические устройства автоматизации. Основные типы измерительных устройств</p>	4
2	Автоматизация основного оборудования теплоэнергетических объектов	<p>Типы основного оборудования и особенности их автоматизации. Барабанные котлы как объекты автоматизации. Системы регулирования горения и парообразования. Система регулирования перегрева пара. САР питания. Системы регулирования непрерывной продувки и расхода корректирующих добавок котловой воды. Особенности прямоточного котла как объекта управления. Системы регулирования тепловой нагрузки, температурного режима первичного тракта и перегрева пара. Особенности турбоагрегата как объекта управления.</p>	4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Системы автоматического управления турбоагрегатом	
3	Автоматизация вспомогательного оборудования	Системы автоматизации вспомогательных процессов и установок паровых котлов. Системы автоматизации химической очистки котловой воды и водоподготовки. Системы автоматического управления теплофикационными установками. Системы автоматизации вспомогательного оборудования паротурбинных установок	4
4	Автоматизация систем теплоснабжения	Задачи и принципы автоматизации систем теплоснабжения. Автоматизация сетевых подогревателей, автоматизация включения резервных насосов и защита от повышения давления сетевой воды. Автоматизация насосных подстанций. Автоматизация узлов горячего водоснабжения, влияние неравномерности теплопотребления горячего водоснабжения на тепловой режим помещений при комбинированном способе подготовки теплоты на ЦТП. Автоматизация водяных систем отопления, автоматическое регулирование отпуска теплоты на отопление	3
5	Системы логического управления и автоматической защиты	Особенности построения систем автоматической защиты и сигнализации. Основы математического описания систем автоматической защиты. Элементная база систем автоматической защиты. Автоматическая защита и сигнализация основного оборудования. Автоматическая защита вспомогательного оборудования. Основы эксплуатации, обслуживания и ремонта средств автоматизации. Заключение. Перспективы развития систем автоматизации производства и распределения электрической и тепловой энергии.	3
		Итого:	18

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	1	Регуляторы прямого действия (температуры, давления, перепада, расхода, уровня)	2
2	1	Периферийные устройства САР (измерительные устройства)	2
3	1	Периферийные устройства САР (исполнительные механизмы)	2
4	1	Электронные средства автоматизации (РПИБ, РПИК, Каскад, Контур, АКЭСР, Ремиконт)	2
5	1	Методы выбора промышленных регуляторов	4
6	1	Методы расчета оптимальных настроек промышленных	4

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
		регуляторов	
7	2	САР котлов барабанного типа	4
8	2	САР прямоточных котлов	4
9	3	САР вспомогательного оборудования теплогенерирующих установок	4
10	4	САР систем теплоснабжения	2
11	5	Правила эксплуатации, обслуживания и ремонта систем автоматизации	6
Итого:			36

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	1	Исследование статических и динамических характеристик измерительного элемента САР	4
2.	1	Определение оптимальных параметров настройки регулятора	4
3.	2	Исследование программируемого контроллера	4
4.	4	Исследование динамических свойств САР температуры теплоэнергетического объекта.	6
Итого:			18

4.2.5. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных работ:

-привитие навыков проведения исследований и экспериментов, а также обработки их результатов.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося в проведении исследовательских и экспериментальных работ в составе группы или индивидуально по апробированным методикам.

Консультации (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке курсовой работы.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1.

1. Виды автоматизации.
2. Перечислите информационные и управляющие функции АСУТП.
3. Назначение и состав систем автоматического контроля.
4. Классификация и принцип действия автоматических регуляторов.
5. Регуляторы прерывистого и непрерывного действия.
6. Регуляторы прямого действия.
7. Что относится к техническим средствам автоматизации тепловых процессов?
8. Первичные преобразователи и их классификация.
9. Принципы действия датчиков измерения температуры.
10. Принципы действия датчиков измерения давления и перепада.
11. Принципы действия датчиков измерения расхода.
12. Принципы действия датчиков измерения уровня.
13. Основные типы исполнительных устройств в системах автоматике.
14. Основные типы регулирующих органов в системах автоматике.
15. Основные типы электронных регулирующих приборов.

Раздел 2.

1. Особенности схем регулирования энергоблоков в базовом и регулирующем режимах.
2. Принципы автоматизации управления и контроля котельных установок
3. Барабанный котел как объект автоматизации.
4. Взаимосвязи параметров барабанного котла.
5. Автоматизация процессов горения.
6. Принцип действия САР питания парового котла.
7. Принцип действия САР подачи воздуха в котел.
8. Принцип действия САР разряжения в топке котла.
9. Принцип действия САР непрерывной продувки.
10. Особенности и отличие барабанных и прямоточных котлов как объектов регулирования.
11. Принцип действия регулятора тепловой мощности прямоточного котла
12. Принципы построения САР водогрейных котлов.

Раздел 3.

1. Принцип действия САР пылеприготовления с шаровыми барабанными мельницами.
2. Принцип действия САР пылеприготовления с молотковыми мельницами.
3. Схема регулирования давления газового топлива для паровых котлов.

4. Принципы построения систем регулирования химводоочистки и водоподготовки.
5. Принцип действия САР редуционных установок
6. Принцип построения САР подогревателей сетевой воды
7. Принцип действия САР деаэраторов
8. Принцип действия САР подачи пара на лабиринтовые уплотнения
9. Принцип действия САР уровня в конденсаторе турбины

Раздел 4.

1. Задачи и принципы автоматизации систем теплоснабжения.
2. Принципы автоматизации теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных.
3. Автоматизация подпиточных устройств,
4. Автоматизация теплофикационных деаэраторов.
5. Автоматизация сетевых подогревателей,
6. Автоматизация включения резервных насосов и защита от повышения давления сетевой воды.
7. Автоматизация насосных подстанций.
8. Автоматизация узлов горячего водоснабжения, влияние неравномерности теплопотребления горячего водоснабжения на тепловой режим помещений при комбинированном способе подготовки теплоты на ЦТП.
9. Автоматизация водяных систем отопления.
10. Системы автоматического регулирования отпуска теплоты на отопление.

Раздел 5.

1. Назначение систем автоматической защиты тепломеханического оборудования.
2. Элементы алгебры логики в САЗ.
3. Надежность САЗ.
4. Принцип действия САЗ по превышению давления пара.
5. Принцип действия САЗ по уровню в барабане котла.
6. Принцип действия САЗ по прекращению горения в котле.
7. Принцип действия САЗ по снижению температуры перегретого пара.
8. Особенности систем аварийной защиты прямоточных котлов.
9. Системы автоматической защиты турбогенераторов.
10. Системы автоматической защиты вспомогательных установок.
11. Принцип действия САЗ регенеративных ПВД.
- 12.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

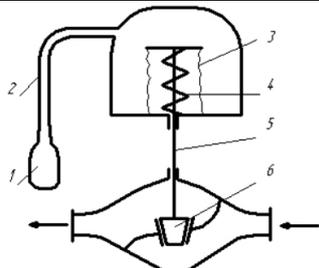
6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

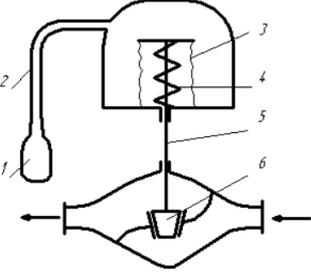
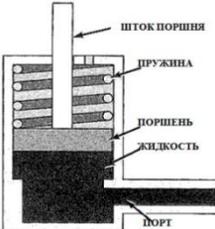
1. Виды автоматизации.
2. Информационные и управляющие функции АСУТП.
3. Назначение и состав систем автоматического контроля.
4. Классификация и принцип действия автоматических
5. регуляторов.
6. Регуляторы прерывистого и непрерывного действия.
7. Регуляторы прямого действия.
8. Технические средства автоматизации тепловых
9. Процессов.
10. Первичные преобразователи и их классификация.
11. Принципы действия датчиков измерения температуры.
12. Принципы действия датчиков измерения давления и перепада.
13. Принципы действия датчиков измерения расхода.
14. Принципы действия датчиков измерения уровня.

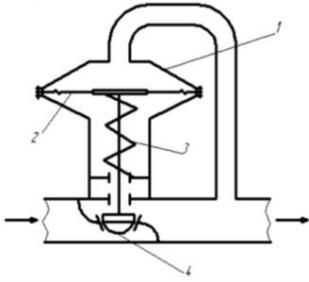
15. Основные типы исполнительных устройств в системах автоматики.
16. Основные типы регулирующих органов в системах автоматики.
17. Основные типы электронных регулирующих приборов.
18. Особенности схем регулирования энергоблоков в базовом и регулирующем режимах.
19. Принципы автоматизации управления и контроля котельных установок
20. Барабанный котел как объект автоматизации.
21. Взаимосвязи параметров барабанного котла.
22. Автоматизация процессов горения.
23. Принцип действия САР питания парового котла.
24. Принцип действия САР подачи воздуха в котел.
25. Принцип действия САР разряжения в топке котла.
26. Принцип действия САР непрерывной продувки.
27. Особенности и отличие барабанных и прямоточных котлов как объектов регулирования.
28. Принцип действия регулятора тепловой мощности прямоточного котла
29. Принципы построения САР водогрейных котлов.
30. Принцип действия САР пылеприготовления с шаровыми барабанными мельницами.
31. Принцип действия САР пылеприготовления с молотковыми мельницами.
32. Схема регулирования давления газового топлива для паровых котлов.
33. Принципы построения систем регулирования химводоочистки и водоподготовки.
34. Принцип действия САР редуцированных установок
35. Принцип построения САР подогревателей сетевой воды.
36. Принцип действия САР деаэраторов.
37. Принцип действия САР подачи пара на лабиринтовые уплотнения.
38. Принцип действия САР уровня в конденсаторе турбины.
39. Принципы автоматизации теплоподготовительных установок ТЭЦ и котельных.
40. Автоматизация подпиточных устройств.
41. Автоматизация теплофикационных деаэраторов.
42. Автоматизация сетевых подогревателей.
43. Автоматизация включения резервных насосов и защита от повышения давления сетевой воды.
44. Автоматизация насосных подстанций.
45. Автоматизация узлов горячего водоснабжения, влияние неравномерности теплоснабжения горячего водоснабжения на тепловой режим помещений при комбинированном способе подготовки теплоты на ЦТП.
46. Автоматизация водяных систем отопления.
47. Системы автоматического регулирования отпуска теплоты на отопление.
48. Назначение систем автоматической защиты тепломеханического оборудования.
49. Элементы алгебры логики в САЗ.
50. Надежность САЗ.
51. Принцип действия САЗ по превышению давления пара.
52. Принцип действия САЗ по уровню в барабане котла.
53. Принцип действия САЗ по прекращению горения в котле.
54. Принцип действия САЗ по снижению температуры перегретого пара.
55. Особенности систем аварийной защиты прямоточных котлов.
56. Системы автоматической защиты турбогенераторов.
57. Системы автоматической защиты вспомогательных установок.
58. Принцип действия САЗ регенеративных ПВД.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

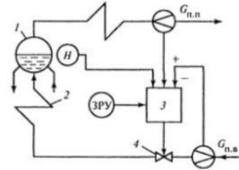
1 вариант

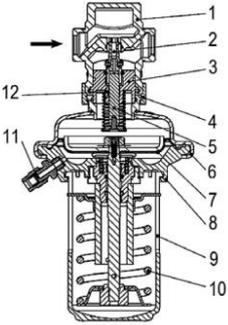
№	Вопрос	Варианты ответа
1	По способу действия регуляторы бывают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прямого действия 2. Второстепенного действия 3. Непосредственного действия 4. Оптимального действия
2	 <p>Регулятор температуры:</p> <p>На изображенном регуляторе температуры цифрой 3 обозначен:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сильфон 2. Золотник 3. Шток 4. Пружина
3	В качестве материала термопреобразователя сопротивления может использоваться	<ol style="list-style-type: none"> 1. Хромель 2. Магний 3. Медь 4. Алюминий
4	Пирометрами измеряется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Давление 2. Температура 3. Уровень 4. Степень загрязнения
5	Регулирующие приборы серии «РЕМИКОНТ» относятся к электронным средствам автоматизации:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-го поколения 2. 2-го поколения 3. 3-го поколения 4. 4-го поколения
6	Регуляторы косвенного действия отличаются от регуляторов прямого действия наличием:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обратной связи 2. Внешнего источника питания 3. Регулирующего органа 4. Задающего устройства
7	<p>Изображенный на рисунке регулятор РТЕ-21М</p>  <p>является регулятором:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Двухпозиционным 2. Дискретным 3. Косвенного действия 4. Прямого действия

№	Вопрос	Варианты ответа
8	 <p>Регулятор температуры: На изображенном регуляторе температуры элемент, обозначенный цифрой 4 является:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Источником внешней энергии 2. Измерительным элементом 3. Устройством сравнения 4. Регулирующим органом
9	<p>Достоинством регуляторов прямого действия является:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Точность поддержания регулируемого параметра 2. Простая конструкция 3. Минимальная погрешность регулируемого параметра 4. Быстродействие
10	<p>Регулирующие приборы серии РПИБ относятся к электронным средствам автоматизации:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-го поколения 2. 2-го поколения 3. 3-го поколения 4. 4-го поколения
11	<p>Кремниевые датчики температуры используют зависимость:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сопротивления р-п перехода от температуры 2. ЭДС на выходе от температуры 3. Сопротивления материала от температуры 4. Линейного расширения от температуры
12	<p>В качестве материала термопреобразователя сопротивления используется</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Платина 2. Золото 3. Алюминий 4. Иридий
13	<p>Исполнительные устройства бывают:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механические 2. Гидравлические 3. Дискретные 4. Аналоговые
14	 <p>На рисунке изображен гидравлический исполнительный механизм:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Однонаправленного действия с пружинным возвратом 2. Одностороннего действия с самоблокировкой 3. Двойного действия 4. Однонаправленного действия с возвратом по нагрузке

№	Вопрос	Варианты ответа
15	На рисунке изображен: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Регулятор уровня 2. Регулятор расхода 3. Регулятор перепада давления 4. Регулятор давления
16	В регуляторах прямого действия отсутствует:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сравнивающее устройство 2. Измерительный элемент 3. Обратная связь 4. Усилитель привода регулирующего органа
17	Регулирующие приборы серии РПИК относятся к электронным средствам автоматизации:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-го поколения 2. 2-го поколения 3. 3-го поколения 4. 4-го поколения
18	Датчик имеет в своем составе:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство сравнения 2. Преобразователь 3. Внутренний источник энергии 4. Усилительный элемент
19	К основным характеристикам преобразовательного элемента (датчика) относится:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коэффициент усиления 2. Массогабаритные характеристики 3. Вероятность безотказной работы 4. Диапазон изменения входной величины
20	По виду выходной величины датчики классифицируются как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналоговые 2. Электронные 3. Тепловые 4. Генераторные

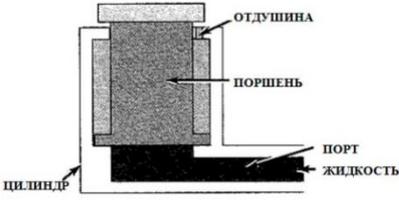
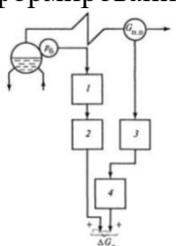
2 вариант

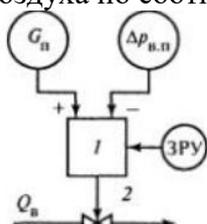
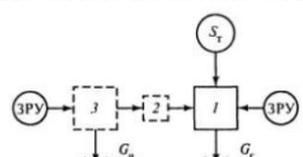
1	 <p>На рисунке изображена схема САР:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Питания барабанного котла 2. Расхода питательной воды 3. Непрерывной продувки 4. Расхода перегретого пара
2	Регулирующие приборы серии «КАСКАД» относятся к электронным средствам автоматизации:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-го поколения 2. 2-го поколения 3. 3-го поколения 4. 4-го поколения

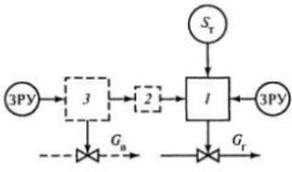
№	Вопрос	Варианты ответа
3	 <p data-bbox="204 548 821 651">В изображенном на рисунке регуляторе перепада давления настройка осуществляется элементом:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10 2. 9 3. 8 4. 5
4	Датчик имеет в своем составе:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устройство сравнения 2. Чувствительный элемент 3. Внутренний источник энергии 4. Усилительный элемент
5	Двухпозиционные регуляторы целесообразно применять на объектах:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Большой емкости 2. Малой емкости 3. С большим запаздыванием 4. С малым отклонением регулируемой величины
6	Исполнительным устройством называется элемент САУ, предназначенный для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Усиления ошибки регулирования 2. Компенсации возмущающих воздействий 3. Сравнения заданного и выходного сигналов и формирования сигнала управления 4. Усиления сигнала управления и воздействия на регулируемый орган
7	Регулирующие приборы серии «АКЭСР» относятся к электронным средствам автоматизации:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1-го поколения 2. 2-го поколения 3. 3-го поколения 4. 4-го поколения
8	К основным характеристикам преобразовательного элемента (датчика) относится:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Время срабатывания 2. Стоимость 3. Средняя наработка на отказ 4. Погрешность
9	Порог чувствительности датчика используется в основном для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подавления шума и помех 2. Улучшения динамических характеристик 3. Повышения точности 4. Согласования с выходом
10	По виду входной величины датчики классифицируются как:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналоговые 2. Цифровые 3. Тепловые 4. Генераторные
11	Пирометры бывают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Радиационные 2. Ультразвуковые 3. Монохромные 4. Ультрасветовые

№	Вопрос	Варианты ответа
20	Исполнительные устройства бывают:	1. Механические 2. Двухпозиционные 3. Пневматические 4. Аналоговые

3 вариант

1	 <p>На рисунке изображен гидравлический исполнительный механизм:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Однонаправленного действия с пружинным возвратом 2. Одностороннего действия с самоблокировкой 3. Двойного действия 4. Однонаправленного действия с возвратом по нагрузке
2	Одним из регулируемых параметров в деаэраторе является	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расход конденсата из деаэратора 2. Давление в аккумуляторном баке 3. Уровень воды в деаэраторной колонке 4. Давление в деаэраторной колонке
3	В системе автоматического регулирования давления пара в деаэраторе используется закон регулирования:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Двухпозиционный 2. П 3. ПИ 4. ПИД
4	К основным регулируемым параметрам барабанного котла относится:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расход перегретого пара $G_{пп}$ 2. Солесодержание питательной воды NaCl 3. Обороты турбины ω_T 4. Уровень в барабане котла $H_б$
5	Возмущающим воздействием на расход перегретого пара $G_{пп}$ является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расход питательной воды $G_{пв}$ 2. Уровня воды в барабане котла $H_б$ 3. Расход насыщенного пара из барабана $G_б$ 4. Расход топлива V_T
6	Представленная на рисунке схема представляет схему регулирования ТЭС в режиме:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Базовом 2. Основном 3. Регулирующем 4. Со сниженными параметрами
7	<p>На рисунке представлена схема формирования сигнала:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. По давлению 2. По уровню в барабане 3. По расходу перегретого пара 4. По теплоте

№	Вопрос	Варианты ответа
8	Входным сигналом для системы автоматического дозирования реагентов в осветлитель является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Уровень в баке-осветлителе 2. Расход исходной воды 3. Расход реагентов 4. Расход смывной воды
9	Система регулирования шламового режима осветлителей является системой:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ПИ-регулирования 2. ПИД-регулирования 3. Двухпозиционной 4. П-регулирования
10	Регулируемым параметром в системе регулирования шламового режима осветлителей является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расход исходной воды 2. Уровень в баке-осветлителе 3. Расход постоянной продувки 4. Расход периодической продувки
11	Разряжение в верхней части топки котла регулируют путем изменения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расхода воздуха, подаваемого в котел G_B 2. Расхода газов, отсасываемых дымосососом G_r 3. Подогрева воздуха, подаваемого в топку котла t_b 4. Расхода топлива B_T
12	Оптимальное соотношение «топливо-воздух» регулируется путем изменения:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расхода топлива B_T 2. Тепловой нагрузки G_q 3. Расхода газов, отсасываемых дымосососом G_r 4. Расхода воздуха от дутьевых вентиляторов G_B
13	ПИД-регуляторы обычно применяют в объектах:	<ol style="list-style-type: none"> 1. С большим запаздыванием и медленными изменениями нагрузки 2. С малым запаздыванием и резкими изменениями нагрузки 3. С большим запаздыванием и резких колебаниях нагрузки 4. С малым запаздыванием и медленными изменениями нагрузки
14	Характерной особенностью И-регулятора является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие статической ошибки 2. Минимальное время регулирования 3. Минимальное динамическое отклонение 4. Минимальное перерегулирование
15	На схеме показано регулирование подачи воздуха по соотношению: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Топливо-воздух 2. Пар-воздух 3. Теплота-воздух 4. Нагрузка-воздух по коррекции O_2
16	На схеме показана САР: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разряжения в топке котла 2. Тепловой нагрузки котла 3. Соотношения топливо-воздух 4. Подачи воздуха в котел

№	Вопрос	Варианты ответа
17	Основным регулирующим воздействием на содержание котловой воды NaCl является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расход насыщенного пара из барабана G_6 2. Расход воды на продувку $G_{пр}$ 3. Расход воды на впрыск в пароперегреватель $G_{впр}$ 4. Расход питательной воды $G_{пв}$
18	Данная схема САР характерна для режима работы ТЭС: 	<ol style="list-style-type: none"> 1. С постоянной тепловой нагрузкой 2. Со скользящими параметрами 3. Базового 4. Регулирующего
19	Регулирующим органом в САР температуры перегретого пара барабанного котла является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Клапан подачи питательной воды 2. Клапан впрыска 3. Клапан подачи топлива 4. Клапан подачи воды на продувку
20	Основным регулирующим воздействием на избыток воздуха в топке котла α является:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расход воздуха от дутьевых вентиляторов $G_в$ 2. Расход топлива B_T 3. Расход дымовых газов G_T 4. Тепловая нагрузка G_d

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий экзамена:

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно

51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

1. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие / А.А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2018. — 224 с. <http://znanium.com/catalog/product/946200>
2. Автоматизация технологических процессов на ТЭС и управление ими : монография / П.А. Щинников, Г.В. Ноздренко, А.И. Михайленко и др. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 291 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436188>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Теория систем и системный анализ : учеб. пособие / А.М. Кориков, С.Н. Павлов. — М. : Новиков, С.И. Оптимизация систем автоматизации теплоэнергетических процессов : учебник / С.И. Новиков ; Министерство по образованию и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2011. - Ч. 1. Автоматические системы регулирования теплоэнергетических процессов с аналоговыми регуляторами. - 284 с. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436022>
2. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 192 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=219000>
3. Технические средства автоматизации и управления [Текст] : учеб. пособие / О. В. Шишов. - М. : Инфра-М, 2012. - 395 с. http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=374&task=static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<>I=%D0%91%20161243%2F%D0%A8%2065%2D858807<>
4. Плетнев, Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике [Текст] : учеб-ник для вузов / Г. П. Плетнев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2005. - 351 с. (печ.экз. – 30 шт.).

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами: Конспект лекций - электр. ресурс/ Лебедев В.А. - СПб, Санкт-Петербургский горный университет, 2018. - 199 с.- Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/l/1_1495782931.pdf , свободный.
2. Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами: Методические указания к практическим занятиям – электр. ресурс/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост. Лебедев В.А., СПб, 2018. -39 с.. - Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/pr/pr_1495782931.pdf , свободный.
3. Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами: Методические указания к лабораторным работам – электр. ресурс/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост. Лебедев В.А., СПб, 2018. -32 с.- Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/lp/lp_1495782931.pdf , свободный.

4. Автоматизация управления тепломеханическим оборудованием и системами: Методические указания к самостоятельной работе – электр. ресурс/ Санкт-Петербургский горный университет. Сост. Лебедев В.А., СПб, 2018. -22 с.- Режим доступа: http://ior.spmi.ru/sites/default/files/lp/lp_1495782932.pdf , свободный.

5.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
3. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
4. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
5. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
6. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
7. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
8. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
9. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
15. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

8.1.1 Аудитории для проведения лекционных занятий

Лекционная аудитория №1244: мультимедийный проектор – 1 шт.; столы – 45 шт.; стулья – 92 шт.; АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»); лабораторное оборудование – 6 шт.

Компьютерный класс №1232: Комплект мультимедийной аудитории Тип 2 (доступ к сети «Интернет») – 1шт; столы компьютерные – 16 шт., стол – 2 шт.; стулья – 28 шт. Компьютер для студентов - 18 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), принтер – 1 шт.

Специализированные аудитории оснащены лицензионным программным обеспечением:

1. Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.2003; Microsoft Open License 16581753 от 03.07.2003; Microsoft Open License 16396212 от 15.05.2003; Microsoft Open License 16735777 от 22.08.2003; ГК № 797-09/09 от 14.09.09 "На поставку

- компьютерного оборудования"; ГК № 1200-12/09 от 10.12.09 "На поставку компьютерного оборудования"; ГК № 1246-12/08 от 18.12.08 "На поставку компьютерного оборудования и программного обеспечения"; ГК № 1196-12/08 от 02.12.2008 "На поставку программного обеспечения" Microsoft Open License 45369730 от 16.04.2009;
2. Microsoft Office 2007: Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 ;
 3. MapInfo Professional: ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения" ;
 4. Autodesk: product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)