

Лист согласования

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки
«Технологические системы энергетических объектов».

Ивашкевич М.Н.
ФИО

Заместитель главного инженера по
перспективному развитию и
производственной деятельности
ООО «Севастопольэнерго»
должность, наименование компании
(организации)



Корягина Ю.А.
ФИО

Заместитель начальника отдела
криптографической защиты
информации Управления по
обеспечению информационной
безопасности Вычислительного центра
ГАУ «Цифровой Севастополь – МФЦ
в г. Севастополе»
должность, наименование компании
(организации)



АННОТАЦИЯ

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» (далее – Программа) предназначена для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки не отнесенным к ИТ-сфере, следующих укрупнённых групп специальностей и направлений:

- 13 Электроэнергетика и электротехника;
- 14 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг;
- 18 Химическая технология.

Целью профессиональной переподготовки является получение актуальной для топливно-энергетического комплекса (топливная промышленность, ядерная энергетика, электроэнергетика) дополнительной ИТ-квалификации «Специалист в области проектирования технологических решений тепловых электростанций».

Программа предусматривает возможность выбора обучающимися модулей для освоения

Нормативный срок освоения программы **256** часов при очной форме подготовки (с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий).

Авторы и преподаватели:

№ п/п	ФИО, должность	Модули (темы, лекции)	Часов всего
1.	Стреляная Юлия Олеговна, Доцент кафедры «Цифровое проектирование»	ДИСЦИПЛИНА 1, 2, 3, 4, ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	20%
2.	Тараховский Алексей Юрьевич, зав.каф. «Цифровое проектирование»	ДИСЦИПЛИНА 3, 4 ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	20%
3.	Перевай Татьяна Анатольевна, доцент кафедры «Цифровое проектирование»	ДИСЦИПЛИНА 1, 2, 3 ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА	15%
4.	Браславский Юрий Валентинович, доцент кафедры «Ядерные энергетические установки»	ДИСЦИПЛИНА 3, 4, ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	15%
5.	Крапивенко Андрей Викторович, Руководитель проекта 2 категории ООО «Организационно-технологические решения 2000»	ДИСЦИПЛИНА 1, 2, ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	7%
6.	Сенега Алексей Леонидович, программист 2 категории в отделе информационных технологий ООО «Севастопольэнерго»	ДИСЦИПЛИНА 4, ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	8%
7.	Корягина Юлия Александровна, Заместитель начальника отдела криптографической защиты информации Управления по обеспечению информационной безопасности, ГАУ «Цифровой Севастополь – МФЦ в г. Севастополе»	ДИСЦИПЛИНА 2, ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ	5%

Содержание

АННОТАЦИЯ	3
I. Общие положения	6
I.1 Нормативно правовая основа Программы.....	6
I.2 Термины и определения, используемые в Программе.....	7
I.3 Требования к поступающим	8
I.4 Квалификационная характеристика выпускника	9
II. Планируемые результаты обучения и структура Программы	10
II.1 Структура образовательных результатов.....	11
II.2 Структура образовательных результатов.....	13
III. Учебный план Программы.....	14
IV. Календарный учебный график.....	15
V. Рабочие программы дисциплин.....	16
V.I ДИСЦИПЛИНА 1. Программирование на Python	16
1. Область применения рабочей программы	16
2. Структура и краткое содержание рабочей программы	16
3. Учебно-тематический план рабочей программы	17
4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы.....	17
5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей..	18
6. Кадровое обеспечение образовательного процесса.....	24
7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы	25
8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы.....	25
V.II 2 ДИСЦИПЛИНА 2. Принципы информационной безопасности.....	27
1. Область применения рабочей программы	27
2. Структура и краткое содержание рабочей программы	27
3. Учебно-тематический план рабочей программы	28
4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы.....	29
5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей..	31
6. Кадровое обеспечение образовательного процесса.....	34
7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы	35
8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы.....	35
V.III ДИСЦИПЛИНА 3. Основы Компас 3D.....	37
1. Область применения рабочей программы	37
2. Структура и краткое содержание рабочей программы	37
3. Учебно-тематический план рабочей программы	38
4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы.....	39
4.1. Примеры оценочных средств	39
5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей..	41
6. Кадровое обеспечение образовательного процесса	50

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы	51
8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы	51
VI.III ДИСЦИПЛИНА 4. Технологические системы энергетических объектов	53
V.III.1 ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.1 Технологические (тепловые) схемы ..	53
1. Область применения рабочей программы	53
2. Структура и краткое содержание рабочей программы	53
3. Учебно-тематический план рабочей программы	55
4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы.....	56
5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей..	58
6. Кадровое обеспечение образовательного процесса.....	63
7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы	64
8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы.....	64
V.III.2 ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.2 Технологические схемы поддержания ВХР контуров	66
1. Область применения рабочей программы	66
2. Структура и краткое содержание рабочей программы	66
3. Учебно-тематический план рабочей программы	68
4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы.....	69
5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей..	72
6. Кадровое обеспечение образовательного процесса.....	76
7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы	77
8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы.....	77
V.III.3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.3 Электрические схемы и технологические системы, обеспечивающие работу электрооборудования АЭС	79
1. Область применения рабочей программы	79
2. Структура и краткое содержание рабочей программы	79
3. Учебно-тематический план рабочей программы	81
4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы.....	82
5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей..	85
6. Кадровое обеспечение образовательного процесса.....	88
7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы	89
8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы.....	89
V.IV ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (Учебная/ Проектно-технологическая практика) «Разработка технологической системы».....	91
VI. Аттестация по Программе	93
VI.1 Темы и задания для демонстрационного экзамена.....	93
VII. Завершение обучения по Программе	116
Приложение 1.....	117

I. Общие положения

1.1 Нормативно правовая основа Программы

1. Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ;

- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам» от 01.07.2013 № 499, с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499»;

- Постановление Правительства РФ от 11 октября 2023 г. N 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

- Паспорт федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729»);

- Приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 143);

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (далее вместе – ФГОС ВО) от 28.02.2018 г. №144;

- Профессиональный стандарт «Специалист в области проектирования технологических решений тепловых электростанций», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 сентября 2024 г. № 473 н;

- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих ЕКСД 2018. Редакция от 9 апреля 2018 года (в т.ч. с изменениями вступ. в силу 01.07.2018);

- Иные нормативные документы.

2. Профессиональная переподготовка заинтересованных лиц (далее – Слушатели), осуществляемая в соответствии с Программой (далее – Подготовка), имеющей отраслевую направленность «Топливо-энергетический комплекс (топливная промышленность, ядерная

энергетика, электроэнергетика)», проводится в ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет (далее – Университет) в соответствии с учебным планом в очной форме обучения.

3. Срок освоения Программы составляет 256 академических часов.

1.2 Термины и определения, используемые в Программе

Итоговая аттестация (аттестация) – оценка степени и уровня освоения обучающимися ДПП ПП или ИТ-модуля в формате демонстрационного экзамена, предусматривающая выполнение обучающимся профессиональных задач и оценку результатов и (или) процесса выполнения – проверку сформированности цифровых компетенций в ходе обучения по ДПП ПП или ИТ-модулям.

Демонстрационный экзамен – аттестационное испытание, предусматривающее выполнение профессиональных задач и оценку результатов и (или) процесса выполнения профессиональных задач для подтверждения применения обучающимися цифровых компетенций на практике.

Дистанционные образовательные технологии – это образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки (Программа) – комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты) и организационно-педагогических условий, который представлен в виде учебного плана, календарного учебного графика, рабочих программ учебных курсов, дисциплин (модулей), оценочных и методических материалов, а также программ учебной и производственной практик, стажировок и форм аттестации, иных компонентов и обеспечивает приобретение дополнительной квалификации. Программа может разрабатываться с учетом положений профессиональных стандартов, федеральных государственных образовательных стандартов, требований рынка труда (индустрии).

Знание (З) – информация о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, правилах использования этой информации для принятия решений, присвоенная обучающимся на одном из уровней, позволяющих выполнять над ней мыслительные операции.

Матрица компетенций – матрица компетенций, актуальных для цифровой экономики, с приоритетом компетенций в ИТ-сфере, разработанная Университетом Иннополис при участии ИТ-компаний и университетов-участников программы «Приоритет-2030», представляющая собой перечень компетенций, структурированный по сферам применения, типу компетенций, уровням их сформированности и характеристикам.

Междисциплинарный курс (МДК) – структурный элемент Программы или программы профессионального модуля, предназначенный для формирования знаний и умений, объединенных по прагматическим основаниям с нарушением академических границ отраслей знаний.

Опыт практической деятельности (ОПД) – образовательный результат, включающий выполнение обучающимся деятельности, завершающейся получением результата / продукта (элемента продукта), значимого при выполнении трудовой функции, в условиях реального производства или в модельной ситуации.

Оценочные средства (ОС) – дидактические средства для оценки качества подготовленности обучающихся.

Практика (практическая подготовка) – форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенции по профилю соответствующей образовательной программы.

Профессиональный модуль (ПМ) – структурный элемент Программы, предназначенный для формирования определенной компетенции или нескольких компетенций.

Рабочая программа – нормативный документ в составе Программы, регламентирующий взаимодействие преподавателя и обучающихся в ходе учебного процесса при реализации структурных элементов Программы (модуль, дисциплина, курс).

Стажировка – формирование и закрепление полученных в результате теоретической подготовки профессиональных знаний и умений в рамках выполнения практических заданий (функций) на базе профильной компании (организации). Допускается заключение срочных трудовых договоров, предусматривающих прохождение обучающимся оплачиваемой стажировки. Время прохождения стажировки целесообразно учитывать в качестве учебной или производственной практики.

Умение (У) – освоенный субъектом способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков; операция (действие), выполняемая определенным способом и с определенным качеством (умение, выполнение которого доведено до автоматизма, является навыком).

Учебная дисциплина (УД) – структурный элемент Программы, предназначенный для формирования знаний и умений в соответствующей сфере профессиональной деятельности.

Фонды оценочных средств (ФОС) – совокупность оценочных средств, используемых на различных этапах педагогической диагностики.

Целевой уровень сформированности компетенции – определенный в соответствии с Матрицей цифровых компетенций и указанный в ДПП ПП и ИТ-модулях в качестве планируемого результата обучения уровень сформированности цифровой компетенции.

Цифровая компетенция (компетенция) – образовательный результат, формируемый при освоении ДПП ПП или ИТ-модулей и необходимый для приобретения дополнительной *ИТ-квалификации*, необходимой для выполнения нового вида деятельности по внедрению и (или) развитию, и (или) разработке цифровых технологий, в том числе алгоритмов и программ, пригодных для практического применения, в одной из приоритетных отраслей экономики. 177

Электронное обучение – организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников.

1.3 Требования к поступающим

К обучению по Программе допускаются обучающиеся специальностей относящиеся к топливно-энергетическому комплексу (топливная промышленность, ядерная энергетика, электроэнергетика) по очной, очно-заочной, заочной форме за счет бюджетных средств или по договорам об оказании платных образовательных услуг, освоившие часть основной профессиональной образовательной программы (далее – ООП ВО):

–специалитета в объеме не менее 1 курса (специалисты 2-го курса) по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг – целевая группа 1 (ЦГ 1);

– освоившие программы бакалавриата в объеме не менее 1 курса (бакалавры 2 курса) и магистратуры (магистры) по направлению подготовки 18.03.01, 18.04.01 Химическая технология, относящихся к отрасли – целевая группа 2 (ЦГ 2);

– освоившие программы бакалавриата в объеме не менее 1 курса (бакалавры 2 курса) и магистратуры (магистры) по направлению подготовки 13.03.02, 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника – целевая группа 3 (ЦГ 3).

Требование к уровню подготовки: владение на начальном уровне навыками пользования персональным компьютером и мобильным устройством для выхода в сеть Интернет, информационно-коммуникационными технологиями.

1.4 Квалификационная характеристика выпускника

Выпускникам Программы присваивается дополнительная ИТ-квалификация в области проектирования технологических решений тепловых электростанций в отрасли топливно-энергетического комплекса (топливная промышленность, ядерная энергетика, электроэнергетика).

Выпускник Программы будет готов к выполнению трудовой деятельности по выполнению чертежей компоновочных решений, разработке и оформлению рабочей документации для технологических решений тепловых электростанций в качестве инженера проектировщика.

Квалификационный уровень по национальной рамке квалификаций: 6.

II. Планируемые результаты обучения и структура Программы

Получение дополнительной ИТ-квалификации «Специалист в области проектирования технологических решений тепловых электростанций» обеспечивается формированием приведённых в таблице цифровых компетенций:

Наименование сферы	ID и наименование компетенции	Инструменты профессиональной деятельности	Целевой уровень формирования компетенций в Программе			
			Минимальный (исходный)	Базовый	Продвинутый	Экспертный
Топливо-энергетический комплекс (топливная промышленность, ядерная энергетика, электроэнергетика)	ПК - 1 (ID 28) <i>Применяет языки программирования для решения профессиональных задач</i>	Язык программирования Python	–	–	Самостоятельно применяет языки программирования и настраиваемые программные инструменты для автоматизации процессов в профессиональной деятельности	–
	ПК - 2 (ID 42) <i>Применяет принципы информационной безопасности</i>	ГОСТ Р 51188-98, ГОСТ Р 51275-2006, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408	–	–	Применяет самостоятельно принципы ИБ в составе проектной команды	–
	ПК - 3 (ID 47) <i>Использует специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой</i>	ГОСТ 2.001-2013, ГОСТ 24.104-85, ГОСТ 34.601-90	–	–	Понимает сложные чертежи, схемы. Самостоятельно работает с технической документацией. Выполняет простые чертежи и спецификации	–
	ПК – 4 (ID 155) <i>Производит 3D моделирование утверждённой формы разрабатываемых устройств</i>	Компас	–	–	Применяет методы и инструменты САПР для 3D моделирования утвержденной формы. Самостоятельно разрабатывает CAD-модели отдельных блоков и узлов, используя шаблоны и пресеты. Проводит первичную верификацию работы систем при помощи CAD/CAE моделирования	–

II.1 Структура образовательных результатов

Формирование цифровых компетенций, необходимых для получения обучающимися дополнительной ИТ-квалификации, обеспечивается последовательным формированием промежуточных образовательных результатов, начиная со знаний:

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
ПК-1 (ID 28) <i>Самостоятельно применяет языки программирования и настраиваемые программные инструменты для автоматизации процессов в профессиональной деятельности</i>	ОПД 1: Сбор и подготовка исходных данных, необходимых для выполнения гидравлического расчета технологических трубопроводов тепловых электростанций	У 1.1 Производить сбор и компиляцию исходных данных для создания технологических систем. У 1.2 Использовать языки программирования для обработки данных.	З 1.1 Основы программирования на Python. З 1.2 Принципы работы с технологическими системами. З 1.3 Требования к исходным данным для проектирования технологических систем.
ПК-2 (ID 42) <i>Настраивает и использует программное обеспечение для защиты информации самостоятельно</i>	ОПД 2: Обеспечение соответствия проектной документации требованиям промышленной безопасности и охраны труда.	У 2.1 Реализовывать меры информационной безопасности в проектной деятельности. У 2.2 Работать с нормативными документами (ГОСТ Р 51188-98, ГОСТ Р 51275-2006).	З 2.1 Основы кибербезопасности технологических систем. З 2.2 Требования нормативных документов по защите информации.
ПК-3 (ID 47) <i>Понимает сложные чертежи, схемы. Самостоятельно работает с технической документацией. Выполняет простые чертежи и спецификации</i>	ОПД 3: Разработка проектной документации с учетом требований нормативных актов и стандартов.	У 3.1: Выполнять компоновку и разбивку чертежей узлов ТЭС. У 3.2: Вычерчивать элементы трубопроводов и креплений (вручную и с помощью ПО). У 3.3 Применять профессиональные компьютерные программные средства для оформления спецификаций, изделий и материалов технологических решений тепловых электростанций.	З 3.1 Нормативные документы в области проектирования технологических систем. З 3.2 Правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию.

ID и формулировка целевого уровня формирования компетенций	Промежуточные образовательные результаты		
	Опыт практической деятельности (ОПД)	Умения (У)	Знания (З)
ПК – 4 (ID 155) <i>Применяет методы и инструменты САПР для 3D моделирования утвержденной формы. Самостоятельно разрабатывает CAD-модели отдельных блоков и узлов, используя шаблоны и пресеты. Проводит первичную верификацию работы систем при помощи CAD моделирования.</i>	ОПД 4: Выбор электронных компонентов технологической системы и создание их моделей с использованием специализированного ПО	У 4.1: Формировать комплекты проектной документации по узлам ТЭС. У 4.2: Сверять копии проектных документов и вносить изменения. У 4.3: Работать со средствами автоматизированного проектирования (САПР) для оформления спецификаций, изделий и материалов технологических решений тепловых электростанций.	З 4.1 Средства автоматизированного проектирования. З 4.2 Принципы параметрического моделирования в специализированном ПО. З 4.3 Требования к электронным компонентам в проектной документации

II.2 Структура образовательных результатов

Структура Программы регулирует образовательные траектории обучающихся, последовательность освоения структурных элементов (разделов) Программы, соответственно, последовательность формирования всех образовательных результатов.

Структурные элементы (разделы Программы)	Шифры образовательных результатов	Вариатив / инвариант и целевые группы обучающихся
ДИСЦИПЛИНА 1. Программирование на Python	ПК-1 (ID 28) У 1.1, У 1.2 З 1.1, З 1.2, З 1.3	Инвариант для всех групп обучающихся
ДИСЦИПЛИНА 2. Принципы информационной безопасности	ПК-2 (ID 42) У 2.1, У 2.2 З 2.1, З 2.2	Инвариант для всех групп обучающихся
ДИСЦИПЛИНА 3. Основы Компас 3D	ПК-3 (ID 47) У 3.1, У 3.2, У3.3 З 3.1, З 3.2 ПК – 4 (ID 155) У 4.1, У 4.2, У 4.3 З 4.1, З 4.2, З 4.3	Инвариант для всех групп обучающихся
ДИСЦИПЛИНА 4. Технологические системы энергетических объектов:	ПК-3 (ID 47) У 3.1, У 3.2, У3.3 З 3.1, З 3.2 ПК – 4 (ID 155) У 4.1, У 4.2, У 4.3 З 4.1, З 4.2, З 4.3	
– ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.1 Технологические (тепловые) схемы АЭС		Инвариант для группы ЦГ-1
– ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.2 Технологические схемы систем, обеспечивающие ВХР контуров АЭС		Инвариант для группы ЦГ-2
– ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.3 Электрические схемы и технологические схемы систем, обеспечивающие работу электрооборудования АЭС		Инвариант для группы ЦГ-3
ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (Учебная/ Проектно-технологическая практика) «Разработка модели технологической системы»	ОПД 3, ОПД 4.	Инвариант для всех групп обучающихся

III. Учебный план Программы

Объем Программы составляет **256** часов.

Учебный план Программы определяет перечень, последовательность, общую трудоемкость разделов и формы контроля знаний.

Структурные элементы (разделы Программы)	Общая трудоемкость, часов	Обязательная аудиторная учебная нагрузка		Самостоятельная работа, часов		Практики, стажировки, часов	Промежуточная аттестация, часов
		всего, часов	в т.ч. практические занятия, часов	всего, часов	в т.ч. практические задания, часов		
ДИСЦИПЛИНА 1. Программирование на Python	36	26	16	8	8		2
ДИСЦИПЛИНА 2. Принципы информационной безопасности	36	24	14	10	10		2
ДИСЦИПЛИНА 3. Основы Компас 3D	88	48	44	38	38		2
ДИСЦИПЛИНА 4. Технологические системы энергетических объектов: – ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.1 Технологические (тепловые) схемы АЭС (ЦГ-1) – ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.2 Технологические схемы систем, обеспечивающие ВХР контуров АЭС (ЦГ-2) – ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.3 Электрические схемы и технологические схемы систем, обеспечивающие работу электрооборудования АЭС (ЦГ-3)	72	54	36	16	16		2
ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (Учебная/ Проектно-технологическая практика) «Разработка технологической системы»	20					20	
Аттестация в формате демонстрационного экзамена (включая подготовку к аттестации)	4	-	-	4	4		
Итого:	256	152	110	76	76	20	8

IV. Календарный учебный график

Структурные элементы (разделы Программы) и этапы оценки компетенций	Период обучения (учебные недели)
ДИСЦИПЛИНА 1. Программирование на Python	1-39 уч.н.
ДИСЦИПЛИНА 2. Принципы информационной безопасности	1-39 уч.н.
ДИСЦИПЛИНА 3. Основы Компас 3D	1-25 уч.н.
ДИСЦИПЛИНА 4. Технологические системы энергетических объектов	10-39 уч.н.
ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (Учебная/ Проектно-технологическая практика) «Разработка модели электрической системы»	40-43 уч.н.
Аттестация в формате демонстрационного экзамена	44 уч.н.

V. Рабочие программы дисциплин

V.I ДИСЦИПЛИНА 1. Программирование на Python

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа Программирование на Python (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» и направлена на формирование продвинутого уровня компетенций: **ПК-1 (ID 28):** самостоятельно применяет языки программирования и настраиваемые программные инструменты для автоматизации процессов в профессиональной деятельности, осуществляет сбор исходных данных для создания элементов системы электроснабжения в качестве компонентов для информационной модели объекта капитального строительства.

Освоение рабочей программы является инвариантной (обязательной) всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
1.	Тема 1.1 Технические и программные средства компьютерных систем. Введение в программирование Лекция 1. Аппаратное и программное обеспечение компьютера. Алгоритмизация Практическая работа №1. Линейные программы Самостоятельная работа № 1 Установка и настройка Anaconda/Jupyter Notebook для работы с Python	6
2.	Тема 1.2. Разработка программ на языке Python. Использование ветвлений и циклов. Лекция 2. Условные и циклические операторы Практическая работа № 2. Ветвление Практическая работа № 3. Циклы Самостоятельная работа № 2. Анализ эффективности ветвлений (if-elif-else). Циклических конструкций (for/while)	8
3.	Тема 1.3. Структуры данных. Лекция 3. Массивы и списки в Python Лекция 4. Кортежи, множества, словари Практическая работа № 4. Обработка массивов Самостоятельная работа № 3. Сравнительный анализ встроенных структур данных Python	8
4.	Тема 1.4. Обработка символьных данных Лекция 5. Строки. Текстовые файлы Практическая работа № 5. Обработка строк	4

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
5.	Тема 1.5. Создание базы данных, тепловой и гидравлический расчет технологических систем Практическая работа №6 Создание базы данных гидравлического расчета. Практическая работа №7 Создание алгоритма расчета характеристик трубопроводов (Ду, толщина стенок трубопроводов, выбор материала). Практическая работа №8 Создание алгоритма расчета температурных напряжений в переходных режимах работы технологических систем. Самостоятельная работа №5. Создание алгоритмов расчета для уменьшения гидравлических потерь технологических систем.	8
6.	Промежуточная аттестация в формате тестирования	2
	Всего часов	36

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Тема 1.1 Технические и программные средства компьютерных систем. Введение в программирование	4	2	2	2
	Тема 1.2. Разработка программ на языке Python. Использование ветвлений и циклов	6	4	2	2
	Тема 1.3. Структуры данных.	6	2	2	2
	Тема 1.4. Обработка символьных данных	4	2	0	0
	Тема 1.5. Создание базы данных, тепловой и гидравлический расчет технологических систем	6	6	2	2
	Промежуточная аттестация	2			
	Итого	36			

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля, демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Оценочными средствами для текущего контроля является электронное тестирование в ЭИОС СевГУ, опрос обучающихся при защите практических заданий и перечень заданий для выполнения

Типовые вопросы, выносимые на зачёт

1. Что такое аппаратное обеспечение компьютера?

2. Объясните разницу между аппаратным и программным обеспечением.
3. Напишите основные компоненты аппаратного программного обеспечения компьютера.
4. Что такое операционная система и какую роль она играет в программном обеспечении?
5. Каковы основные принципы алгоритмизации?
6. Что такое алгоритмизация?
7. Каковы преимущества использования Jupyter Notebook для программирования на Python?
8. Как установить и настроить Anaconda/Jupyter Notebook для работы с Python?
9. Как организована работа в Anaconda при использовании Python?
10. Что такое линейные программы?
11. Опишите особенности линейных программ.
12. Какие существуют условные операторы в Python?
13. Перечислите типы условных операторов на Python и приведите примеры использования.
14. Объясните работу конструкции if-elif-else.
15. Как работает вложенный оператор на Python?
16. Как работают циклы for и while в Python?
17. Объясните разницу между циклом for и циклом while с примерами.
18. Приведите пример ветвления на Python.
19. В чем разница между ветвлениями и циклами?
20. В чем преимущества использования циклов для обработки данных?
21. Как анализировать эффективность ветвей и циклов?
22. Какие ошибки могут возникнуть при работе с ветвлениями и как их избежать?
23. Что такое циклы с предусловием и постусловием?
24. Что такое массивы и работают в Python?
25. Перечислите основные методы работы со списками в Python.
26. В чем разница между кортежами и списками?
27. Как использовать кортежи для хранения данных, которые не следует изменять?
28. Объясните разницу между изменяемыми и неизменяемыми структурами данных в Python.
29. Что такое расширение и словари в Python?
30. Как использовать несколько дубликатов в списке для удаления?
31. Что такое словарь и как выполнять операции с ним?
32. Как обрабатывать массивы в Python?
33. Какое приложение имеет встроенные структуры данных Python?
34. Как работать со строками в Python?
35. Какие строковые методы наиболее часто используются в Python?
36. Какие существуют методы обработки текстовых файлов?
37. Как открывать, читать и записывать текстовые файлы в Python?
38. Чем отличается чтение и запись текстовых данных?
39. В чем особенности работы с многострочными строками?
40. Какие способы обработки существующих строк?

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Обучение слушателей по программе профессиональной переподготовки заключается:

- в изучении всех тем и модулей программы на аудиторных занятиях, в электронном учебном курсе и по рекомендованной литературе под контролем преподавателя,
- в подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий по темам,
- в повторении теоретического и практического материалов при подготовке к зачётам;
- в выполнении итогового комплексного задания.

Пример задания на практическую работу

Разработка программ линейной структуры

Цель работы: Получение практических навыков разработки программ линейной структуры на языке Python.

1. Теоретические сведения

Линейные алгоритмы – алгоритмы, в которых команды выполняются в порядке их естественного следования друг за другом независимо от каких-либо условий. Программы линейной структуры, как правило, содержат операторы присваивания и операторы, осуществляющие ввод исходных данных и вывод результата.

1.1 Типы данных

Типы данных — виды значений, которые может принимать переменная. Основные типы и их обозначения в Python:

□ Целые числа (int) – хранят любые целые числа. Это ноль, а также все положительные и все отрицательные числа, используемые при счете.

Например, в записи $x = 5$ переменная x хранит целое число, то есть имеет тип данных int.

□ Вещественные числа (float) – хранят десятичные дроби, дробная часть отделяется от целой точкой.

Например, в записи $number = 5.05$ переменная $number$ хранит вещественное число, то есть имеет тип float

□ Строки (str) – хранят любые наборы символов, которые создаются с помощью кавычек: одинарных `' '` или двойных `" "`. Между одинарными и двойными кавычками нет разницы, но важно, чтобы они были одинаковыми.

Например, в записи $name = \text{—Vasiliy—}$ переменная $name$ хранит строку, то есть имеет тип str.

□ Логические значения (bool) – могут принимать только одно из двух значений True (Истина) или False (Ложь) и используются в логических элементах.

Один тип данных может быть приведен к другому

1.2 Оператор присваивания

Оператор присваивания используют, чтобы присвоить переменной, константе или свойству объекта нужное значение.

Синтаксис: *Имя_Переменной = Выражение*

Операция присваивания предписывает выполнить выражение, заданное в его правой части, и присвоить результат имени переменной, имя которой указано в левой части.

Выражение – это последовательность операндов, объединенных между собой знаками операций. В качестве операнда могут быть использованы: константы, переменные, функции или заключенные в круглые скобки выражения. В зависимости от типа операндов и используемых операций выражения делятся на: **арифметические, логические и строковые (текстовые).**

Арифметическим называется выражение, содержащее операнды только арифметического (вещественного и/или целого) типа и знаки математических операций:

+ (сложение), - (вычитание), * (умножение), ** (возведение в степень) – используются для операндов и вещественного, и целого типа
 / (деление) используются для операндов вещественного типа
 // (целочисленное деление), % (операция нахождения остатка от деления) - используются для операндов только целого типа.

Таблица 1.1. Приоритеты арифметических операций

Приоритет	Операция
1	Вызов функции и выражения в скобках
2	** (возведение в степень)
3	- (смена знака числа)
4	* (умножение), / (деление), // (целочисленное деление), % (остаток от деления)
5	+ и - (сложение и вычитание)

1.3. Математические функции

В Python имеется большой набор встроенных функций, использование которых существенно упрощает программирование (таблица 1.2). Эти функции можно разделить на следующие основные категории: математические функции; функции обработки строк; функции проверки, определения и преобразования типов данных и др. Функция записывается в виде имени, и аргументов, заключенных в круглые скобки: *Имя_функции (аргументы)*. Аргументами могут быть константы, переменные, функции, арифметические выражения.

Язык Python поддерживает модульный принцип, который подразумевает разбивку сложной программы на отдельные части – модули. В модуле `math`, содержатся алгебраические и тригонометрические функции и константы для работы с числами. Прежде, чем применить функции модуля, его нужно подключить.

Способы подключения модуля `math`: `import math`, подключение модуля `math` без использования его имени в коде `from math import *`

Таблица 1.2. Встроенные функции

Математическая запись	Функция	Описание	Пример
$\sin x$	<code>sin(x)</code>	Синус угла в радианах	$\sin^2 x \rightarrow \text{math.sin}(x)**2$
$\cos x$	<code>cos(x)</code>	Косинус угла в радианах	$\cos x^2 \rightarrow \text{math.cos}(x**2)$
$ x $	<code>abs(x)</code>	Модуль числа	$ 2x + 6 \rightarrow \text{math.abs}(2*x+6)$
$\sqrt{x}$	<code>sqrt(x)</code>	Корень квадратный	$\sqrt{x^2 + 3} \rightarrow \text{math.sqrt}(x**2+3)$
e^x	<code>exp(x)</code>	Экспонента	$5e^{-3x} \rightarrow 5 * \text{math.exp}(-3*x)$
$\ln x$	<code>ln(x)</code>	Натуральный логарифм	$\ln x \rightarrow \text{Log}(x) / \text{Log}(10)$
	<code>ceil(x)</code>	Округление «вверх»	<code>math.floor(1.6) # 1</code>
	<code>floor(x)</code>	Округление «вниз»	<code>math.ceil(1.6) # 2</code>
	<code>int(x)</code>	Преобразование строки в целое число	
	<code>float(x)</code>	Преобразование строки в действительное число	
	<code>str(x)</code>	Преобразование числа в строку	

1.4 Ввод и вывод данных

Функция вывода в Питоне

Список вывода – перечисление выводимых переменных и текстовых значений: `print(_x='x')`

Функция ввода в Питоне `input()`

`x=input()` – используется для ввода строк.

Для ввода числовых данных необходимо использовать функции преобразования типов: `x=int(input())` или `x=float(input())`

1.5. Пример разработки программы линейной структуры

Постановка задачи: разработать алгоритм и составить программу решения задачи вычисления значения переменной z :

$$z = \sin^2 y \cdot x^{y/x} - \sqrt[3]{y/x},$$

для исходных данных: $x=1,325$; $y=8$. Блок-схема алгоритма приведена на рис. 1.1.

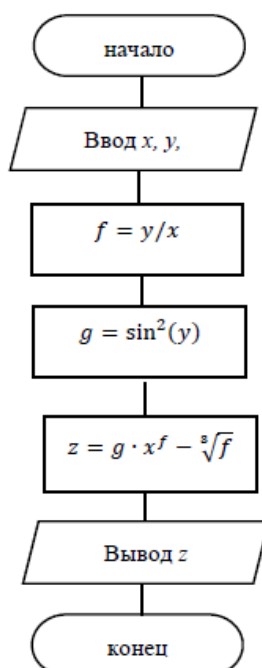


Рис. 1.1 - Блок-схема алгоритма

Текст программы:

```

import math
x=float(input('x='))
y=int(input('y='))
f=y/x
g=math.sin(y)**2
z=g*x**f-f**(1/3)
print('z=',z)

```

Запустить программу нажатием на кнопку Run, сохранить на диске и ввести с клавиатуры исходные данные

```

===== RESTART: C
x=1.325
y=8
z= 3.5322886924897645
>>

```

Рисунок 1.2 – Результаты работы программы

1.6 Последовательность выполнения работы

1. Разработать блок-схему решения задачи вычисления значений переменных в соответствии с вариантом (таблица 3.1).
2. Разработать программу на языке Питон для решения задачи
3. Выполнить программу для заданных исходных данных
4. Оформить отчет

Таблица 3.1 Варианты задания

Вариант задания	Расчетные формулы	Значения исходных данных
1	$a = \frac{2 \cos(x - \pi/6)}{1/2 + \sin^2 y}; b = 1 + \frac{z^2}{3+z}$	$x=1,42 \quad y=-1,2$ $z=3,5$
2	$\gamma = x^{y/x} - \sqrt[3]{y/x}$ $\psi = (y-x) \frac{y-z(y-x)}{1+(y-x)}$	$x=1,825$ $y=18,225$ $z=-3,29$
3	$s = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4}$ $\psi = x(\sin x^3 + \cos^2 y)$	$x=0,335$ $y=0,025$
4	$y = e^{-bt} \sin(at+b) - \sqrt{ bt+a }$ $s = b \sin(at^2 \cos 2t) - 1$	$a=-0,5 \quad b=1,7$ $t=0,44$
5	$\omega = \sqrt{x^2+b} - b^2 \sin^3(x+a)/x$ $y = \cos^2 x^3 - x/\sqrt{a^2+b^2}$	$a=1,5 \quad b=15,5$ $x=-2,9$
6	$s = x^2 \operatorname{tg}^2(x+b)^2 + a/\sqrt{x+6}$ $Q = \frac{bx^2 - a}{e^{bx} - 1}$	$a=16,5$ $b=3,4$ $x=0,61$
7	$R = x^2(x+1)/b - \sin^2(x+a)$ $s = \sqrt{xb/a} + \cos^2(x+b)^3$	$a=0,7 \quad b=0,05$ $x=0,5$
8	$y = \sin^3(x^2+a)^2 - \sqrt{x/6}$ $z = \frac{x^2}{a} + \cos(x+b)^3$	$a=1,1 \quad b=0,004$ $x=0,2$
9	$f = \sqrt{mtgt} + c \sin t $ $z = m \cos(bt \sin t) + c$	$m=2, \quad c=-1$ $t=1,2, \quad b=0,7$
10	$y = btg^2 x - \frac{a}{\sin^2(x/a)}$ $d = ae^{\sqrt{a}} * \frac{x + \sqrt{x+a}}{x - \sqrt{ x-b }}$	$a=3,2$ $b=17,5$ $x=4,8$
11	$f = \ln(a+x^2) + \sin^2(x/b)$ $z = e^{-ax} * \frac{x + \sqrt{x+a}}{x - \sqrt{ x-b }}$	$a=10,2 \quad b=9,2$ $x=2,2$ $c=0,5$
12	$y = \frac{a^{2x} + b^{-x} \cos(a+b)x}{x+1}$ $R = \sqrt{x^2+b} - b^2 \sin^3(x+a)/x$	$a=0,3 \quad b=0,9$ $x=0,61$
13	$z = \sqrt{ax \sin 2x + e^{-2x}(x+b)}$ $\omega = \cos^2 x^3 - x/\sqrt{a^2+b^2}$	$a=0,5 \quad b=3,1$ $x=1,4$
14	$U = \frac{a^2 x + e^{-x} \cos bx}{bx - e^{-x} \sin bx + 1}$ $f = e^{2x} \ln(a+x) - b^{3x} \ln(b-x)$	$a=0,5 \quad b=2,9$ $x=0,3$
15	$z = \frac{\sin x}{\sqrt{1+m^2 \sin^2 x}} - c * m * \ln(mx)$ $s = e^{-ax} \sqrt{x+1} + e^{-bx} \sqrt{x+1,5}$	$m=0,7 \quad a=0,5$ $b=1,08 \quad x=1,7$ $c=2,1$

1.7 Содержание отчета

Цель работы, постановка задачи, краткие теоретические сведения, текст программы, анализ результатов, выводы

Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/X)	Комментарий
Соответствие заданию	Правильность формулы и исходных данных		
Корректность вычислений	Использование math, приоритет операций		
Ввод/вывод	Запрос данных, форматированный вывод		
Оформление кода	Читаемость, имена переменных, <code>import math</code>		
Результаты	Сравнение с ручными вычислениями		
Отчет	Полнота и структура		

Рекомендация: Если программа работает, но результат немного отличается из-за округления, это допустимо. Если же ошибка значительная – нужно искать ошибку в формуле или типах данных.

Учебно-методическое обеспечение программы профессиональной переподготовки находится в свободном доступе для слушателей в соответствующем электронном учебном курсе в ЭИОС СевГУ. Программа обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным модулям и темам.

Методические пособия для студентов:

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Программирование. Языки высокого уровня» для студентов дневной и заочной форм обучения направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника». Часть 1/ Сост. Т.В. Волкова, Е.С.Владимирова. — Севастополь: СевГУ, 2018. — 56 с.
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Программирование. Языки высокого уровня» для студентов дневной и заочной форм обучения направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника». Часть 2/ Сост. Т.В. Волкова, Е.С.Владимирова. — Севастополь: СевГУ, 2018. — 32 с.
3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Программирование. Языки высокого уровня» для студентов дневной и заочной форм обучения направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника». Часть 3/ Сост. Т.В. Волкова, Е.С.Владимирова. — Севастополь: СевГУ, 2018. — 32 с.
4. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Программирование. Языки высокого уровня» для студентов дневной и заочной форм обучения направления 09.03.01 – «Информатика и вычислительная техника». Часть 4/ Сост. Т.В. Волкова, Е.С.Владимирова. — Севастополь: СевГУ, 2018. — 28 с.

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Характеристика педагогических работников							
	Фамилия, имя, отчество, должность	Образование (наименование образовательного учреждения, наименование специальности, программы обучения)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы			Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогической деятельности
				Всего	в т. ч. педагогической работы			
					всего	в т. ч. по указанному предмету, дисциплине, (модулю)		
1.	Стреляная Юлия Олеговна	Донбасская государственная машиностроительная академия, специальность «Металлорежущие станки и системы» (магистр)	Кандидат технических наук	15 лет	15 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
2.	Перевай Татьяна Анатольевна	Южно-Российский государственный технический университет, специальность «Технология машиностроения» (специалист)	Кандидат технических наук	17 лет	17 лет	7 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
3.	Крапивенко Андрей Викторович	Московский Государственный авиационный институт (технический университет), математик -инженер по специальности «Прикладная математика»	кандидат физико- математически х наук	35 лет	25 лет	5 лет	ООО «ОТР 2000». Руководитель проекта 2 категории	Договор ГПХ

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Для проведения:

- лекционных занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения);

- практических занятий – компьютерные классы, специально оснащенные учебной мебелью аудитории;

- самостоятельной учебной работы слушателей: внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Перечень материально-технического обеспечения также включает в себя библиотеку (имеющую рабочие места для слушателей, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1.	Лаврищева, Е. М. Программная инженерия и технологии программирования сложных систем : учебник для вузов / Е. М. Лаврищева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 432 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07604-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/452137 (дата обращения: 13.07.2025).	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
2.	Кубенский, А. А. Функциональное программирование : учебник и практикум для вузов / А. А. Кубенский. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 348 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9242-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
	— URL: https://urait.ru/bcode/451097 (дата обращения: 13.07.2025).	
3.	Федоров, Д. Ю. Программирование на python : учебное пособие для вузов / Д. Ю. Федоров. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 187 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19666-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/556864 (дата обращения: 13.07.2025).	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
4.	Чернышев, С. А. Основы программирования на Python : учебное пособие для вузов / С. А. Чернышев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 349 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17139-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544190 (дата обращения: 13.07.2025).	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
Дополнительная литература		
5.	Воронов, М. В. Системы искусственного интеллекта : учебник и практикум для вузов / М. В. Воронов, В. И. Пименов, И. А. Небаев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 268 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17032-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/544161 (дата обращения: 13.07.2025).	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех

V.П2 ДИСЦИПЛИНА 2. Принципы информационной безопасности

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа Принципы информационной безопасности (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» и направлена на формирование продвинутого уровня компетенций: **ПК-3 (ID 42)** настраивает и использует программное обеспечение для защиты информации самостоятельно, обеспечивает защиту данных при работе с технологическими системами и проектной документацией, работает с нормативными документами (ГОСТ Р 51188-98, ГОСТ Р 51275-2006), реализовывает меры информационной безопасности в проектной деятельности.

Освоение рабочей программы является инвариантной (обязательной) всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
1.	Тема 2.1 Нормативные требования РФ по защите информации и персональных данных Лекция №1. Нормативные требования РФ по защите информации и персональных данных Практическая работа №1. Определение необходимости аттестации/лицензирования реализованных мер информационной безопасности. Самостоятельная работа №1. Управление учетными записями (УЗ) пользователей и настройка требований к управлению УЗ.	6
2.	Тема 2.2. Электронная подпись. Принципы асимметричного шифрования Лекция №2. Электронная подпись. Принципы асимметричного шифрования Практическая работа №2. Работа с открытыми и закрытыми ключами. Алгоритмы и стандарты шифрований. Практическая работа №3. Криптографическая защита. Изучение применимости программ шифрования данных. Самостоятельная работа №2. Апробировать назначение и изучить особенности использования различных видов ПО для электронных подписей (простая, усиленная неквалифицированная, усиленная квалифицированная).	8

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
3.	Тема 2.3. Инженерно-техническая защита информации. Лекция №3. Инженерно-техническая защита информации для рабочего места проектировщика электроэнергетических сетей Практическая работа №4. Способы фиксации признаков противоправного воздействия. Правовые последствия результатов. Самостоятельная работа №2. Составить перечень наиболее вероятных угроз (например, прослушивающие устройства, снифферы, физическое проникновение, фишинг, социальная инженерия, вредоносное ПО) в рамках защиты Центра Обработки Данных (ЦОД) для производственных информационных систем.	6
4.	Тема 2.4. Признаки появления вирусов. Методы защиты. Антивирусное ПО Лекция №4. Признаки появления вирусов. Методы защиты информации от вредоносного воздействия Практическая работа № 7. Выявление симптомов вирусной активности и исследование методов противодействия Самостоятельная работа №3. Настройка политик безопасности. Практики настройки политик для офисных программ и файлов MS/Open Office, технологических систем.	6
5.	Тема 2.5. Анализ безопасности мобильных технологий Лекция 5 Безопасность мобильных технологий Практическая работа № 9. Выявление попыток воздействия методами социальной инженерии Практическая работа №10. Средства восстановления информации на мобильных устройствах, подвергнувшихся вредоносному воздействию. Самостоятельная работа №4. Анализ безопасности актуального уровня мобильных устройств. Исследование уязвимостей.	8
6.	Промежуточная аттестация в формате тестирования	2
	Всего часов	36

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Тема 2.1 Нормативные требования РФ по защите информации и персональных данных	4	2	2	2
2	Тема 2.2. Электронная подпись. Принципы асимметричного шифрования	6	4	2	2
3	Тема 2.3. Инженерно-техническая защита информации.	4	2	2	2

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
4	Тема 2.4. Признаки появления вирусов. Методы защиты. Антивирусное ПО	4	2	2	2
5	Тема 2.5. Анализ безопасности мобильных технологий	6	4	2	2
6	Промежуточная аттестация	2			
	Итого	36			

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего, промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Оценочными средствами для текущего контроля является электронное тестирование в ЭИОС СевГУ, опрос обучающихся при защите практических заданий и перечень заданий для выполнения

Типовые вопросы, выносимые на зачёт

Раздел 1: Нормативные требования РФ по защите информации и персональных данных (Тема 2.1)

1. Какие категории информации, согласно российскому законодательству, подлежат обязательной защите? Приведите примеры таких категорий в контексте проектирования электроэнергетических сетей.
2. Укажите существующую иерархию ключевых нормативно-правовых актов РФ в области защиты информации. Какие из них могут иметь прямое отношение к работе проектировщика?
3. Перечислите ключевые стандарты ГОСТ в области информационной безопасности. Каковы их основные цели и области покрытия?
4. Какие категории персональных данных существуют? Перечислите классы защищенности информационных систем. В чем заключаются ключевые требования к их защите?
5. Какую ответственность в части нарушения требований НПА может понести компания, работающей в сфере технологических систем энергетических объектов?

Раздел 2: Электронная подпись. Принципы асимметричного шифрования (Тема 2.2)

6. Что такое электронная подпись. Каким законодательством она регулируется? Где она может применяться в контексте проектирования электроэнергетических сетей?
7. В каких случаях можно применять простую электронную подпись (ПЭП)? Усиленную неквалифицированную электронную подпись (УНЭП)? Усиленную квалифицированную электронную подпись (УКЭП)?
8. Какие существуют программы-криптопровайдеры для работы с УНЭП?
9. Что такое аккредитованный удостоверяющий центр? В чем разница между компрометацией и аннулированием сертификата УКЭП?

10. В чем разница работы между симметричным и асимметричным шифрованием?
11. Опишите принцип действия криптосистемы с открытым ключом. Можно ли ее использовать для защиты технологических систем?

Раздел 3: Инженерно-техническая защита информации (Тема 2.3)

12. Дайте определение понятию "инженерно-техническая защита информации" (ИТЗИ). Перечислите основные группы (направления) мер ИТЗИ.
13. Какие физические меры защиты должны быть реализованы для рабочего места проектировщика электроэнергетических сетей? (Примеры: контроль доступа в помещение, защита оборудования от кражи/повреждения и т.д.)
14. Какие технические (аппаратно-программные) меры защиты необходимы на рабочем месте проектировщика? (Примеры: СЗИ от НСД, межсетевые экраны, средства криптозащиты и т.д.)
15. Укажите основные виды рисков информационной безопасности. Почему контроль доступа к серверам хранения технологических систем и проектной документации является критически важной мерой ИТЗИ?
16. Какую роль играют системы резервного копирования и восстановления данных в инженерно-технической защите проектной информации?
17. Какие действия включает в себя процесс выявления и фиксации следов противоправной деятельности, связанной с использованием компьютерной техники? Почему это важно для проектной организации?

Раздел 4: Признаки появления вирусов. Методы защиты. Антивирусное ПО (Тема 2.4)

18. Дайте определение компьютерному вирусу. Перечислите основные типы вредоносного программного обеспечения (malware).
19. Опишите основные признаки (симптомы) заражения компьютера вирусом или другим вредоносным ПО.
20. Каковы основные пути проникновения вирусов на компьютер пользователя? Как проектировщику минимизировать эти риски?
21. Перечислите основные методы защиты информации от вредоносного воздействия (вирусов, троянов, шпионского ПО и т.д.).
22. Каковы основные функции современного антивирусного программного обеспечения?
23. Почему важно регулярно обновлять антивирусные базы и само антивирусное ПО?
24. Какие дополнительные меры защиты, помимо базового антивируса, следует применять для защиты рабочих станций проектировщиков? (Примеры: песочницы, HIPS, анализ поведения)
25. Как вредоносное ПО может нанести ущерб проектной деятельности? (Примеры: шифрование/уничтожение разработанных моделей технологических систем, кража проектной документации, использование ресурсов для майнинга/атак)

Раздел 5: Анализ безопасности мобильных технологий (Тема 2.5)

26. Какие специфические риски информационной безопасности характерны для мобильных технологий (смартфоны, планшеты), используемых проектировщиками? Какие данные в первую очередь представляют интерес для злоумышленников?
27. Что следует предпринять пользователю при обнаружении признаков вирусной активности на своем мобильном устройстве?
28. Чем может быть опасна постоянная авторизация в сетевых приложениях? Хранение конфиденциальных данных в облачных ресурсах?
29. Как может помочь анализ трафика приложений? Какие выводы можно сделать на его основе?
30. Перечислите основные признаки взлома персональных аккаунтов или аккаунтов организации в мессенджерах и социальных сетях. Какие действия нужно немедленно предпринять?

Комплексные и прикладные вопросы (Отраслевая специфика, технологические системы, энергетические объекты)

31. **Кейс:** В проектной организации, занимающейся проектированием энергетических объектов, произошла утечка конфиденциальной информации о технологической системе новой

- электростанции. Какие правовые последствия это может повлечь? Какие меры ИТЗИ могли бы предотвратить эту утечку?
32. Объясните, почему обеспечение информационной безопасности критически важно именно при работе с технологическими системами в электроэнергетике? (Учесть ценность данных, сложность моделей, кооперацию участников проекта).
 33. Как требования ГОСТ Р 51188-98 и ГОСТ Р 51275-2006 применяются на практике в процессе проектирования технологических систем объектов?
 34. **Кейс:** Проектировщик получил по электронной почте файл с расширением .dwg (чертеж), якобы от коллеги. При открытии файла произошла странная активность на компьютере. Опишите признаки, которые могли насторожить пользователя до открытия файла, и его действия после обнаружения подозрительной активности.
 35. Предложите комплекс мер (организационных, правовых, инженерно-технических) для защиты информации на всех этапах жизненного цикла проекта электроэнергетического объекта (от проектирования технологических систем до сдачи в эксплуатацию).
 36. Почему при настройке ПО для защиты информации (ПК-3) проектировщик должен учитывать не только общие требования ИБ, но и специфику ПО для проектирования и расчетов технологических систем?

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Обучение слушателей по программе профессиональной переподготовки заключается:

- в изучении всех тем и модулей программы на аудиторных занятиях, в электронном учебном курсе и по рекомендованной литературе под контролем преподавателя,
- в подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий по темам,
- в повторении теоретического и практического материалов при подготовке к зачётам;
- в выполнении итогового комплексного задания.

Учебно-методическое обеспечение программы профессиональной переподготовки находится в свободном доступе для слушателей в соответствующем электронном учебном курсе в ЭИОС СевГУ. Программа обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным модулям и темам.

Пример задания на самостоятельную работу «Анализ безопасности мобильных устройств»

1. Исследуйте свое основное мобильное устройство. Ответьте на вопросы и приведите ответы в отчете:
 1. Актуальная ли версия Android для вашего устройства. Есть ли неустановленные обновления?
 2. Установлен ли антивирус. Какой. Включено ли резервное копирование настроек и данных в облако.
 3. Открыты ли Рут-права (Root)
 4. Как давно обновлялись приложения?
 5. Какие предоставлены права у приложений. Используется ли VPN?
 6. В каких приложениях у вас присутствует постоянная авторизация?
 7. Используется ли мобильное устройство для доступа к корпоративным данным, ресурсам и приложениям. К каким. Какие средства защиты при этом используются.
 8. Есть ли двухфакторная аутентификация на устройстве в целом, и у ключевых приложений. Используется ли внешний диспетчер паролей?

9. Где хранятся ваши фотографии и видео? Встроенная память, облако (какое) и проч. Включена ли функция «найти устройство»

10. Отслеживается ли подозрительная активность приложений в фоне?

11. Какое кэширование и сохранение истории действий включено в ваших интернет – браузерах?

2. Исследуйте отчет об активности трафика приложений в интернете (меню Передача данных – за последний месяц). Какие выводы вы можете сделать на основании анализа отчета? Каким приложениям следует отключить разрешение на доступ в интернет? Какие приложения следует удалить или ограничить их возможности? Укажите в отчете.

3. После выполнения пп. 1, 2 оцените общий уровень защиты вашего мобильного устройства. Обнаружили ли вы потенциальные уязвимости? Насколько они критичны? Укажите в отчете наиболее серьезные потенциальные проблемы, позволяющие получить доступ к персональным, платежным или учетным данным на вашем устройстве.

Критерии при проверке:

1. Полнота ответов

- Все ли вопросы рассмотрены? Нет ли пропущенных пунктов?
- Приведены ли конкретные примеры (названия приложений, сервисов)?

2. Достоверность информации

- Соответствуют ли данные реальному состоянию устройства (например, версия Android, наличие Root)?
- Если указано, что антивирус отсутствует, предложить варианты защиты (например, Kaspersky, Bitdefender).

3. Анализ трафика

- Выделены ли приложения с аномально высоким потреблением трафика?
- Есть ли подозрительные сервисы (например, фоновые сборщики данных)?

4. Выводы и рекомендации

- Сделаны ли обоснованные выводы о безопасности устройства?
- Предложены ли меры по улучшению защиты (обновление ОС, установка VPN, удаление ненужных приложений)?

5. Формат отчета

- Четкая структура (вопрос → ответ → анализ).

Использование списков, таблиц для удобства чтения.

Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий проверки	Проверяемые элементы	Оценка (✓/X)	Комментарии
Актуальность системы	Проверена версия Android, наличие обновлений.		
Защита устройства	Установлен антивирус, включено резервное копирование в облако.		
Root-права	Проверено, открыты ли Root-права (если да — указано, зачем).		
Обновление приложений	Указано, как давно обновлялись приложения (Play Market / App Store).		
Права приложений и VPN	Перечислены разрешения у ключевых приложений, указано, используется ли VPN.		
Авторизация в приложениях	Указано, в каких сервисах есть постоянный вход (соцсети, почта, банки).		
Корпоративные данные	Используется ли устройство для работы (корпоративная почта, VPN, MDM).		

Критерий проверки	Проверяемые элементы	Оценка (✓/X)	Комментарии
Двухфакторная аутентификация	Включена ли 2FA на устройстве и в ключевых сервисах, используется ли менеджер паролей.		
Хранение данных	Где хранятся фото/видео (память, облако), включена ли функция «Найти устройство».		
Фоновая активность	Проверено, есть ли подозрительная активность в фоне.		
Кэширование и история браузера	Какие данные сохраняются (кэш, куки, история).		
Анализ трафика	Проверен отчет о передаче данных, выявлены приложения с подозрительной активностью.		
Рекомендации по ограничению	Указано, каким приложениям стоит отключить интернет или удалить их.		
Оценка уровня защиты	Выявлены ли уязвимости (устаревшая ОС, подозрительные приложения, отсутствие 2FA).		
Критичность уязвимостей	Оценка рисков: доступ к платежным данным, утечка персональной информации.		

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Характеристика педагогических работников							Условия привлечения к педагогической деятельности
	Фамилия, имя, отчество, должность	Образование (наименование образовательного учреждения, наименование специальности, программы обучения)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы			Основное место работы, должность	
				Всего	в т. ч. педагогической работы			
					всего	в т. ч. по указанному предмету, дисциплине, (модулю)		
1.	Крапивенко Андрей Викторович	Московский Государственный авиационный институт (технический университет), математик -инженер по специальности «Прикладная математика»	кандидат физико- математичесих наук	35 лет	25 лет	5 лет	ООО «ОТР 2000». Руководитель проекта 2 категории	Договор ГПХ
2.	Корягина Юлия Александровна	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, специальность «Административный менеджмент в сфере защиты информации с ограниченным доступом»	—	13 лет	—	—	ГАУ «Цифровой Севастополь – МФЦ в г. Севастополе», Заместитель начальника отдела криптографической защиты информации Управления по обеспечению информационной безопасности	Договор ГПХ
3.	Стреляная Юлия Олеговна	Донбасская государственная машиностроительная академия, специальность «Металлорежущие станки и системы» (магистр)	Кандидат технических наук	15 лет	15 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
4.	Перевай Татьяна Анатольевна	Южно- Российский государственный технический университет, специальность «Технология машиностроения» (специалист)	Кандидат технических наук	17 лет	17 лет	7 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Для проведения:

- лекционных занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения);
- практических занятий – компьютерные классы, специально оснащенные учебной мебелью аудитории;
- самостоятельной учебной работы слушателей: внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Перечень материально-технического обеспечения также включает в себя библиотеку (имеющую рабочие места для слушателей, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1.	Раченко, Т. А. Информационная безопасность : учебно-методическое пособие / Т. А. Раченко. — Тольятти : ТГУ, 2024. — 135 с. — ISBN 978-5-8259-1612-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/427130 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
2.	Информационная безопасность : учебное пособие / составители И. Б. Тесленко [и др.] ; под редакцией И. Б. Тесленко. — Владимир : ВлГУ, 2023. — 212 с. — ISBN 978-5-9984-1783-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/434282 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
3.	Баланов, А. Н. Комплексная информационная безопасность : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 400 с. — ISBN 978-5-507-52839-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/460715 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
4.	Баланов, А. Н. Комплексная информационная безопасность : учебное пособие для СПО / А. Н. Баланов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 284 с. — ISBN 978-5-507-52953-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/463001 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
5.	Информационная безопасность : учебное пособие / В. И. Лойко, В. Н. Лаптев, Г. А. Аршинов, С. Н. Лаптев. — Краснодар : КубГАУ, 2020. — 332 с. — ISBN 978-5-907346-50-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/254168 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
6.	Краковский, Ю. М. Методы защиты информации : учебное пособие для вузов / Ю. М. Краковский. — 3-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-5632-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156401 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех
Дополнительная литература		
7.	Мосолов, А. С. Компьютерные технологии и методы проектирования в сфере безопасности : Учебник для вузов / А. С. Мосолов, Н. И. Акинин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-8034-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/183115 (дата обращения: 24.07.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	без ограничений, регистрация по IP-адресам СевГУ, индивидуальный доступ для всех

V.III ДИСЦИПЛИНА 3. Основы Компас 3D

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа Основы Компас 3D (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» и направлена на формирование продвинутого уровня компетенций: ПК 4 (ID 47) Понимает сложные чертежи, схемы, самостоятельно работает с технической документацией, выполняет простые чертежи и спецификации, разрабатывает проектную документацию с учетом требований нормативных актов и стандартов, анализирует и применяет нормативную базу (ГОСТ, СП, СНИП), оформляет техническую документацию в соответствии с требованиями; ПК 4 (ID 155) Применяет методы и инструменты САПР для 3D моделирования утвержденной формы. Самостоятельно разрабатывает САД-модели отдельных блоков и узлов, используя шаблоны и пресеты. Проводит первичную верификацию работы систем при помощи САД моделирования.

Освоение рабочей программы является инвариантной (обязательной) всех обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
1.	Тема 3.1 2D конструирование и проектирование Лекция 1. Система КОМПАС-3D V24. Интерфейс системы КОМПАС-График. Практическое занятие №1. Компас-График. Работа с панелью Геометрия. Практическое занятие №2. Компас-График. Работа с панелью Геометрия. Практическое занятие №3. Компас-График. Работа с панелью Геометрия. Практическая работа №4. Чертеж пластины. Практическая работа №5. Чертеж корпуса 2D Практическая работа №6. Сборочный чертеж (Тяга) Самостоятельная работа №1. Чертеж пластины по вариантам. Самостоятельная работа №2. Сборочный чертеж (Тяга) по вариантам	18
2.	Тема 3.2. 3D конструирование и проектирование Лекция 2. Основы 3D моделирования в КОМПАС-3D V24. Практическая работа №7. Корпус 3D Практическая работа №8. Ассоциативный чертеж Корпуса 3D Практическая работа №9. Вал 3D (Наращивание) Практическая работа №10. Ассоциативный чертеж Вал 3D (Наращивание) Практическая работа №11. Вал 3D (Вращение) Практическая работа №12. Ассоциативный чертеж Вал 3D (Вращение) Практическая работа №13. Создание модели детали фланец малый Практическая работа №14. Создание модели детали корпус Практическая работа №15. Создание модели детали фланец большой Практическая работа №16. Создание модели пробка	52

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
	Практическая работа №17. Создание твердотельного сборочного узла крана распределительного Практическая работа №18. Создание чертежа сборочного узла крана распределительного Самостоятельная работа №3. Корпус по вариантам. Самостоятельная работа №4. Ассоциативный чертеж Корпуса 3D по вариантам. Самостоятельная работа №5. Вал 3D (Наращивание) по вариантам. Самостоятельная работа №6. Ассоциативный чертеж Вал 3D (Наращивание) по вариантам. Самостоятельная работа №7. Вал 3D (Вращение) по вариантам. Самостоятельная работа №8. Ассоциативный чертеж Вал 3D (Вращение) по вариантам. Самостоятельная работа №9. Ассоциативный чертеж фланец малый Самостоятельная работа №10. Ассоциативный чертеж корпус Самостоятельная работа №11. Ассоциативный чертеж фланец большой Самостоятельная работа №12. Ассоциативный чертеж пробка Самостоятельная работа №13 - 15. Выполнение индивидуального задания	
3.	Тема 3.3. Технологические схемы в Компас 3D Практическая работа №19. Создание условных обозначений, принятых на технологических схемах ТО Практическая работа №20. Создание Функциональной схемы (2D) рабочего контура с турбиной Практическая работа №21. Практическое освоение пространственного проектирования трубопроводов и арматуры в КОМПАС-3D Практическая работа №22. Сборка 3D-модели турбинного отделения по 2D-технологической схеме в КОМПАС-3D Самостоятельная работа №16 - 19. Выполнение индивидуального задания	16
4.	Промежуточная аттестация в формате тестирования	2
	Всего часов	88

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Тема 3.1 2D конструирование и проектирование	14	12	4	4
2	Тема 3.2. 3D конструирование и проектирование	26	24	26	26
3	Тема 3.3. Технологические схемы в Компас 3D	8	8	8	8
5	Промежуточная аттестация	2			
	Итого	88			

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Оценочными средствами для текущего контроля является электронное тестирование в ЭИОС СевГУ, опрос обучающихся при защите практических заданий и перечень заданий для выполнения

Типовые вопросы, выносимые на зачёт

Раздел 1: 2D конструирование и проектирование (Тема 3.1)

1. Какие основные инструменты используются для построения линий, кривых и фигур в программе КОМПАС-График?
2. Каково назначение слоев чертежей в среде 2D-проектирования?
3. Что такое масштабирование объектов в чертеже и как оно применяется?
4. Опишите последовательность действий при создании простановки размеров на двухмерном чертеже.
5. Чем отличаются абсолютные координаты от относительных координат в КОМПАС-Графике?
6. Перечислите типы ассоциативных связей между элементами чертежа в КОМПАС-Графике.
7. Назначение команды «Разорвать объект» в КОМПАС-графическом редакторе.
8. Приведите пример использования инструмента «Массив элементов».
9. Как правильно построить эскиз детали, используя инструмент ограничения геометрической формы?
10. Объясните принцип симметричного зеркального отображения деталей на чертеже.

Раздел 2: 3D-конструирование и проектирование (Тема 3.2)

1. Основные отличия трёхмерного моделирования от двумерного проектирования.
2. Из каких базовых операций состоит процесс создания твердотельной модели в КОМПАС-3D?
3. Для чего используется команда «Выдавливание», её разновидности и применение.
4. Как создавать трехмерные модели методом вращения?
5. Как создавать трехмерные модели методом перемещения Эскиза по траектории?
6. Каким образом осуществляется создание сборочных моделей в КОМПАС-3D?
7. Расскажите алгоритм изменения положения объекта относительно системы координат.
8. Как реализуются операции сопряжения и позиционирования компонентов сборки?
9. Почему важно соблюдать иерархию сборки при построении сложных изделий?
10. Что представляет собой операция редактирования истории конструкции и зачем она необходима?

Раздел 3: Технологические схемы в КОМПАС-3D (Тема 3.3)

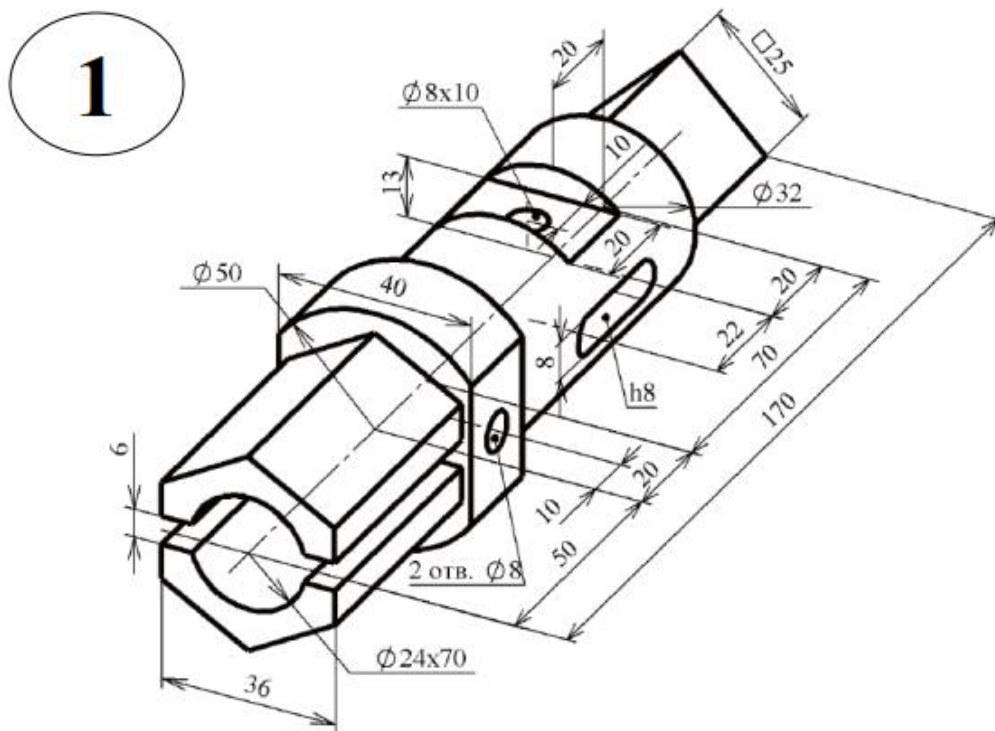
1. Перечислите этапы разработки технологической схемы теплоэнергетического оборудования (ТО).
2. Какие графические обозначения применяются для отражения различных видов трубопроводной арматуры на технологической схеме?
3. В чём заключается специфика функциональной схемы рабочего контура с турбиной?

4. Укажите порядок размещения приборов контроля давления и температуры на функциональных схемах в КОМПАС-3D.
5. По каким критериям классифицируются элементы технологического процесса на проектной документации?
6. Что означает символ P&ID на технологических схемах и каковы правила оформления такого типа схем?
7. Последовательность шагов при подготовке проекта трёхмерной модели турбинного отделения согласно заданному плану технологической схемы.
8. Правила нанесения размерных характеристик на детализированных рабочих чертежах трубопровода.
9. Особенности обработки и анализа трассировки трубопроводов в пространстве с использованием инструментов КОМПАС-3D.
10. Охарактеризуйте важность проверки правильности взаимного расположения узлов и агрегатов перед экспортом финальной модели из программы.

Типовой контроль по теме 3.2

Задание

1. Выполнить 3D модель вала, представленного на рисунке.
2. Выполнить ассоциативный чертеж вала.



Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий проверки	Проверяемые элементы	Оценка (✓/X)	Комментарии
3D модель вала	Построение модели детали в правильной плоскости		
	Все эскизы, используемые при построении 3D-модели, определены		
	Соответствие формы 3D-модели заданию		
	Соответствие размеров 3D-модели заданию		
	Внесено наименование и материал детали		
Ассоциативный чертеж вала	На чертеже присутствуют все необходимые виды		

Критерий проверки	Проверяемые элементы	Оценка (✓/X)	Комментарии
	На чертеже присутствуют все необходимые разрезы и выносные элементы		
	Нанесены все размеры на чертеже		

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Обучение слушателей по программе профессиональной переподготовки заключается:

- в изучении всех тем и модулей программы на аудиторных занятиях, в электронном учебном курсе и по рекомендованной литературе под контролем преподавателя,
- в подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий по темам,
- в повторении теоретического и практического материалов при подготовке к зачётам;
- в выполнении итогового комплексного задания.

Учебно-методическое обеспечение программы профессиональной переподготовки находится в свободном доступе для слушателей в соответствующем электронном учебном курсе в ЭИОС СевГУ. Программа обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным модулям и темам.

Методические пособия для студентов:

Практическая работа 11

Моделирование валов операцией «Элемент вращения».

Применение библиотек стандартных изделий.

Выполнить 3D модель вала, представленного на рис. 86, 87 по описанию.

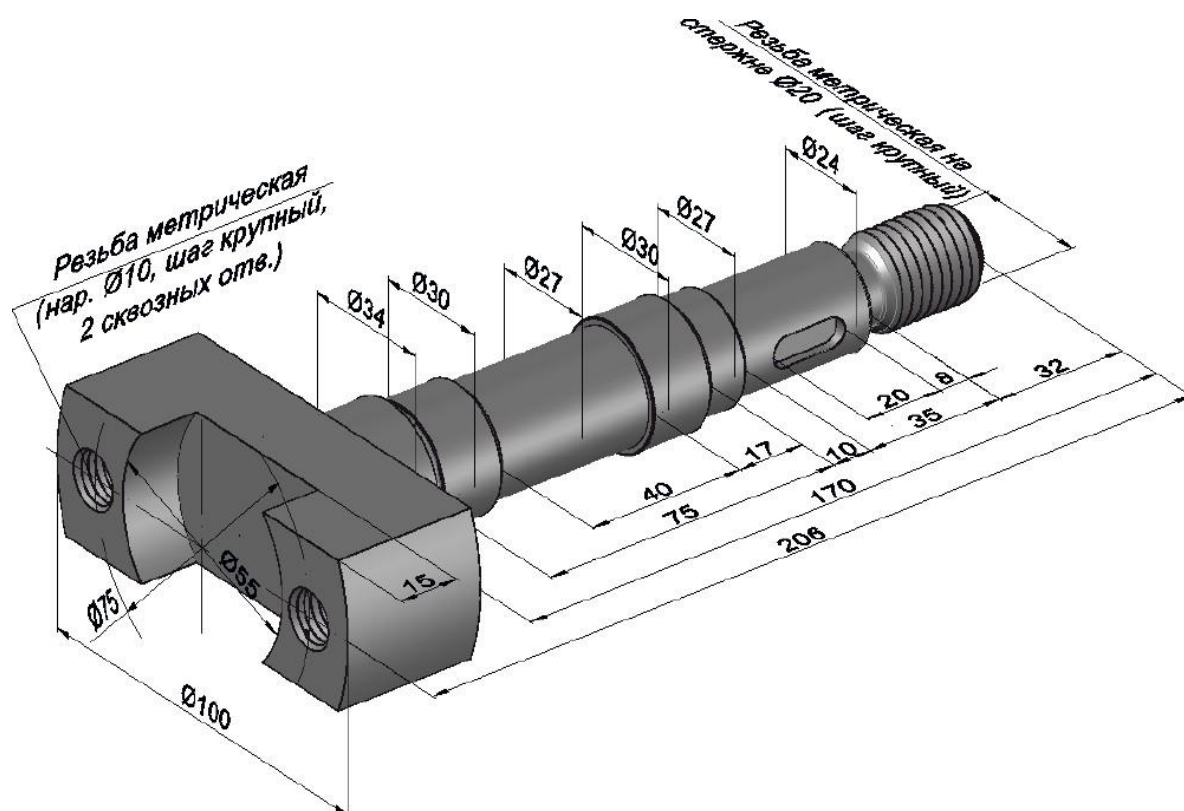


Рис. 86

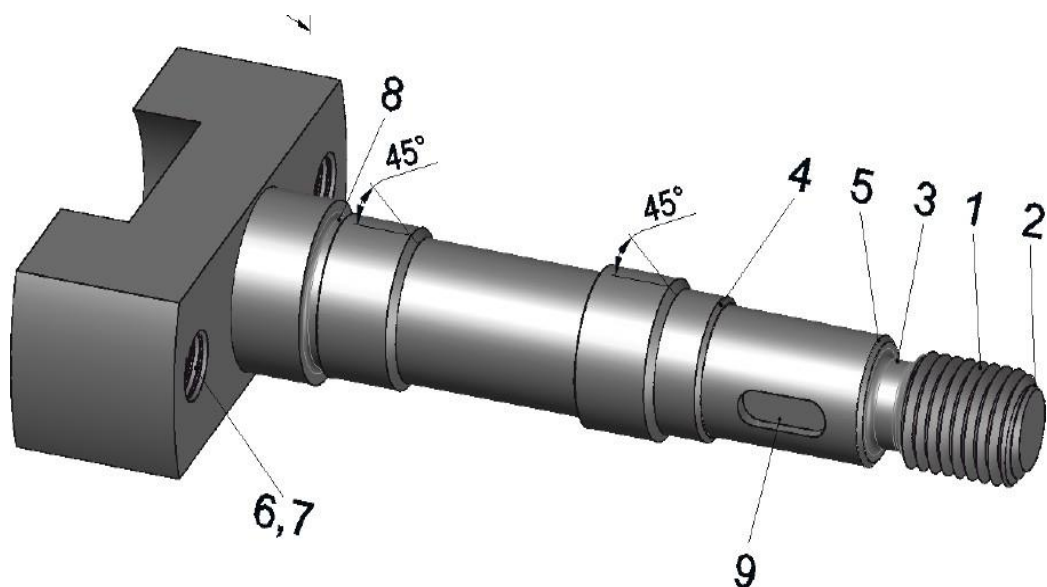


Рис. 87

№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ
1, 6	Резьба метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724-2002): №1 – наружная, №6 – внутренняя
2, 7	Фаска резьбы (ГОСТ 10549-80): №2 – наружной, №7 – внутренней
3	Проточка (ГОСТ 10549 -80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 8724-2002)
4, 5	Фаска : обе размером 1x45° согласно ГОСТ 10948-64
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру (ГОСТ 8820-69)
9	Шпоночный паз под призматическую шпонку (ГОСТ 23360-78)

В качестве материала для изготовления вала выберете марку любой литейной нелегированной стали (ГОСТ 977-88)

Последовательность выполнения 3D модели детали типа «вал», представленной на рис. 86, 87

- 1) Создайте новый документ – **Деталь**
- 2) Создайте новый эскиз на фронтальной плоскости (рис. 88).

Будущий эскиз будет представлять собой ломаную линию, которая в дальнейшем послужит основой создания 3D вала.

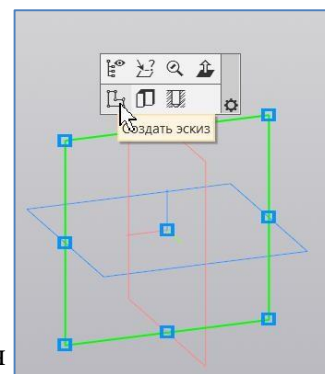
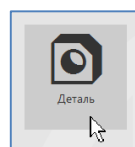
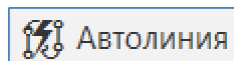


Рис. 88

- 3) Используя команды **Вспомогательная прямая – Горизонтальная прямая, Вертикальная прямая, Параллельная прямая** проведите вспомогательные линии на соответствующих расстояниях (см. рис. 86, 89).

4) Нарисуйте ломаную линию командой **Автолиния**



(рис. 89, 90).

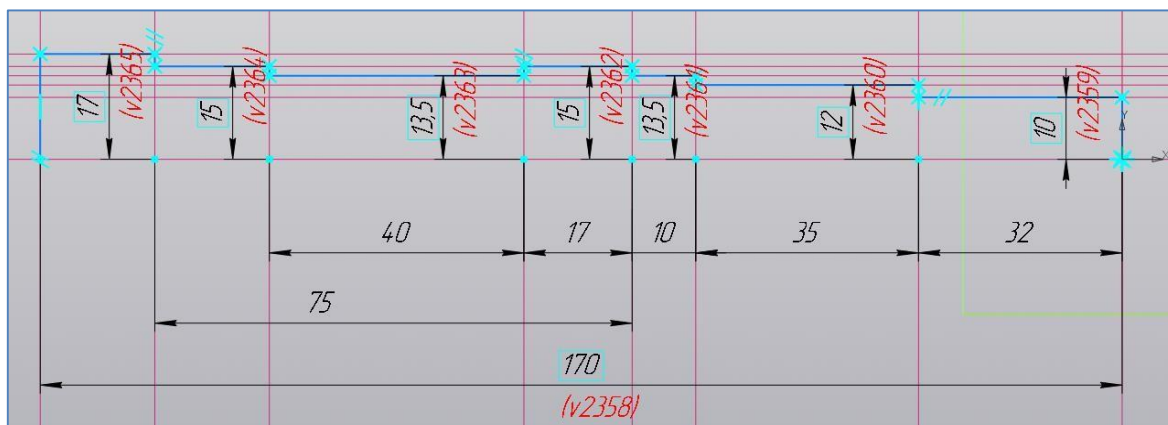


Рис. 89



Рис. 90

5) Закройте эскиз и операцией **Элемент вращения** (рис. 91) создайте 3D вал (рис. 92, 93). В качестве оси вращения выберите ось X.

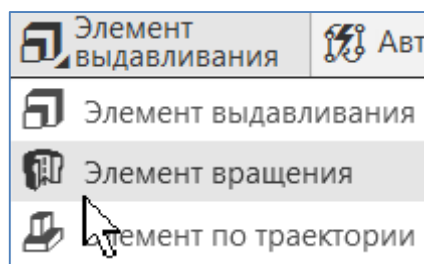


Рис. 91

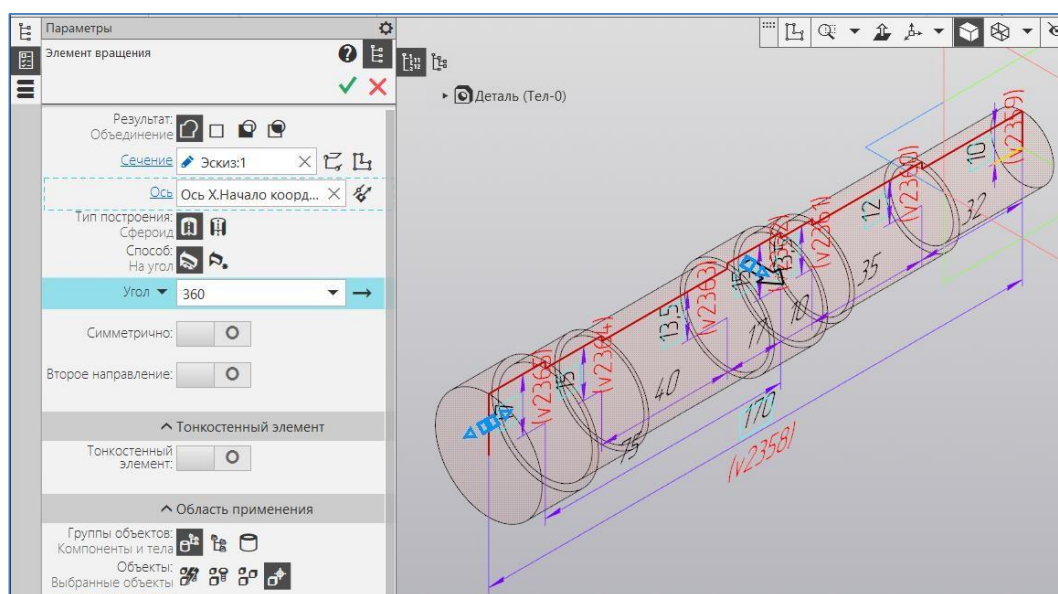


Рис. 92

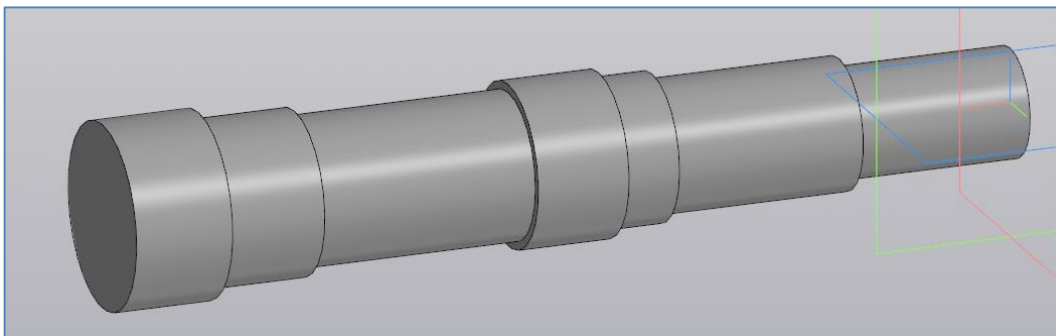
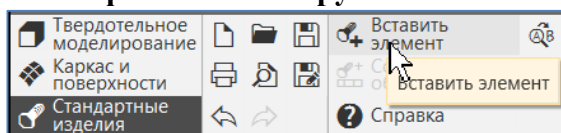


Рис. 93

Далее, используя Библиотеку стандартных изделий, поставьте канавку 8 (рис. 87) для выхода шлифовального круга и проточку 3 (рис. 87) для наружной метрической резьбы.

6) Откройте диалоговое окно Библиотека стандартных изделий – Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820-69



(рис. 94, 95).

Рис. 94

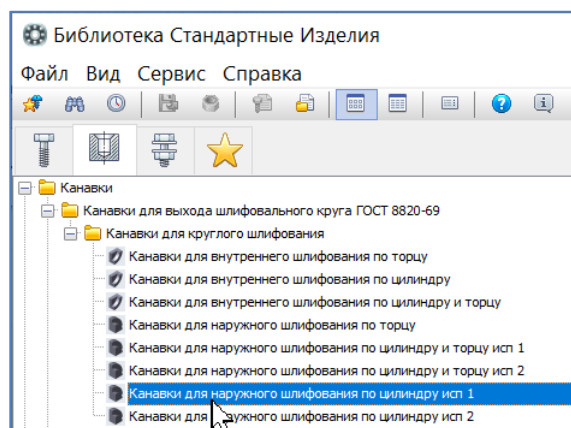


Рис. 95

7) Двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Канавка для наружного шлифования по цилиндру исп. 1** (рис. 95).

Далее, по запросу системы **Выберите наружное круглое ребро** укажите наружное круглое ребро, по которому пройдет канавка (рис. 96). Завершите выбор нажатием на зелёный флажок в окне параметров.

В окне модели система построит изображение канавки (рис. 97). Завершите операцию нажатием кнопки **Применить**. Результат выполнения операции представлен на рис. 98.

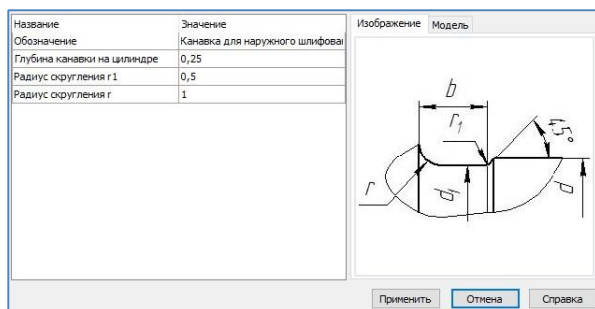


Рис. 97

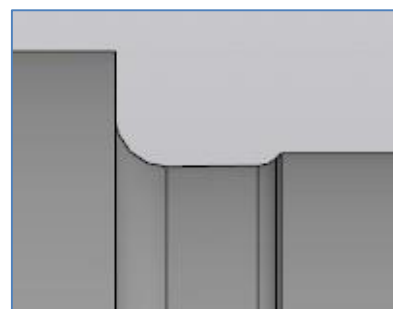


Рис. 98

8) Аналогично постройте проточку 3 (рис. 87) для наружной метрической резьбы.

Откройте диалоговое окно Библиотека стандартных изделий – Проточки для выхода резьбы (рис. 99).

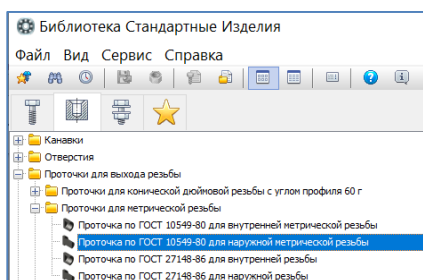


Рис. 99

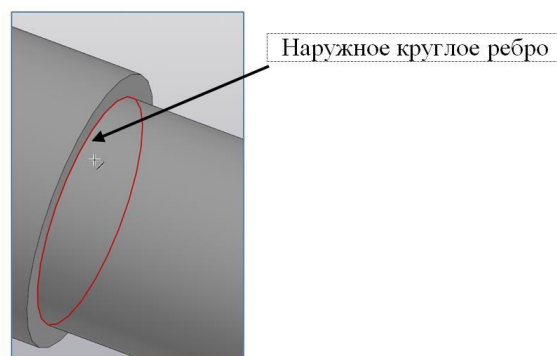


Рис. 100

Двойным щелчком мыши активируйте элемент **Проточка по ГОСТ 10549-80 для наружной метрической резьбы** (рис. 99).

Далее, по запросу системы **Выберите наружное круглое ребро** укажите наружное круглое ребро, по которому пройдет проточка (рис. 100). Завершите выбор нажатием на зелёный флажок в окне параметров.

В окне модели система построит изображение проточки (рис. 101). Завершите операцию нажатием кнопки **Применить**. Результат выполнения операции представлен на рис. 102.

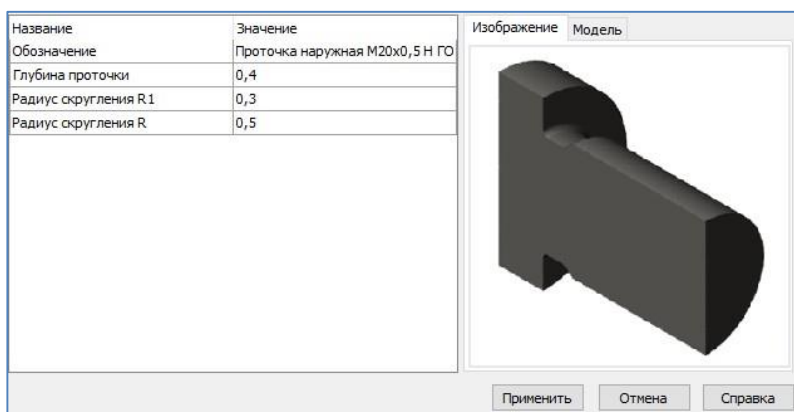


Рис. 101

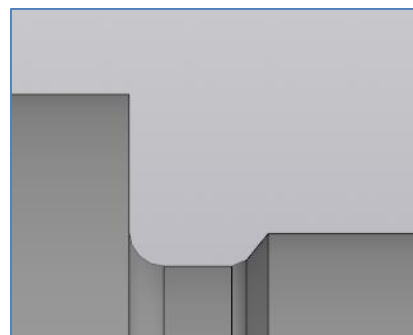


Рис. 102

9) Следующим этапом соответствующей операцией выполните **Условное изображение резьбы** (рис. 103).

На запрос системы **Укажите базовый объект** укажите на цилиндрическую поверхность, на которой планируете изобразить резьбу (рис. 104).

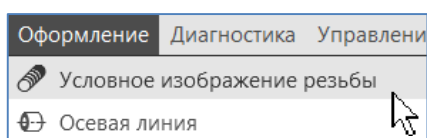


Рис. 103

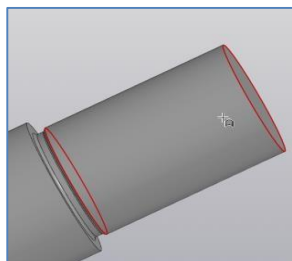


Рис. 104

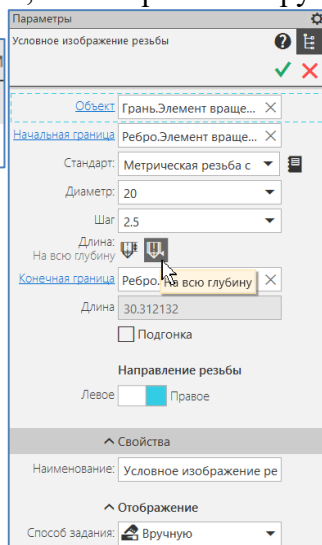


Рис. 105

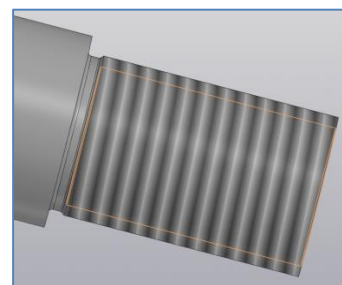
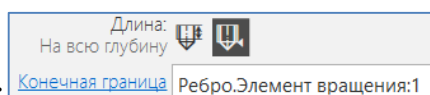


Рис. 106

В Окне параметров появится информация: **Объект, Начальная граница, Стандарт, Диаметр, Шаг** (рис. 105). Нажмите на кнопку **На всю длину**, система определит

Конечную границу.



Завершите операцию, нажав на зелёный флажок. Результат представлен на рис. 106.

10) Далее, выполните фаски: №2 – размером 2,5x45° для наружной резьбы M20 с крупным шагом 2,5 (согласно ГОСТ 10549-80), №№4, 5 – размером 1x45° согласно ГОСТ 10948-64. Операция – **Фаска**.

Окно параметров, фантом выполнения операций и результаты см. рис. 107...110.

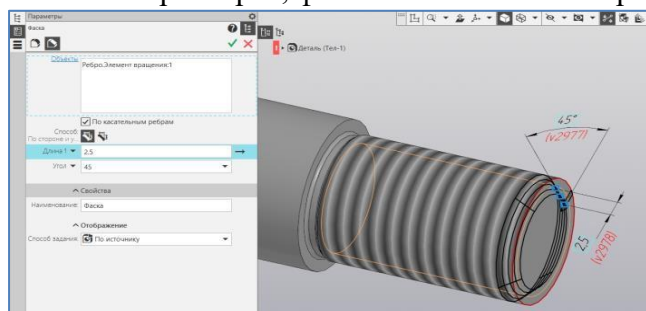


Рис. 107

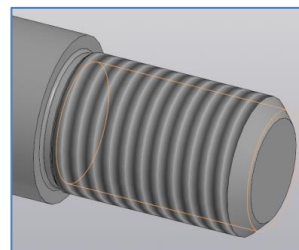


Рис. 108

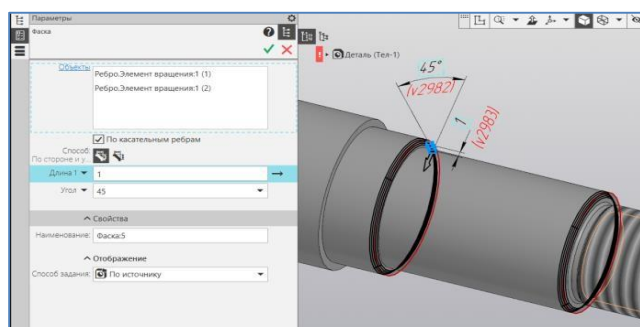


Рис. 109

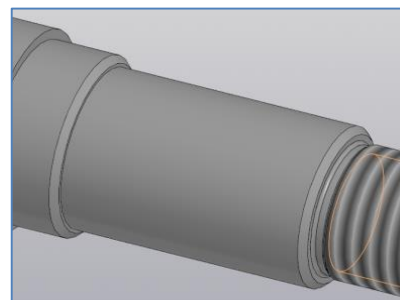


Рис. 110

11) Для создания шпоночного паза 9 под призматическую шпонку (ГОСТ 23360-78) на цилиндрическом участке вала $\varnothing 24$ откройте **Библиотеку стандартных изделий – Шпоночные пазы** (рис. 111).

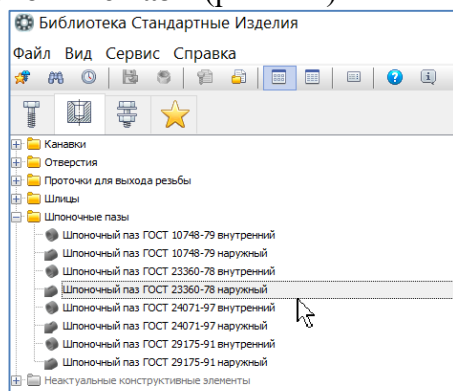


Рис. 111

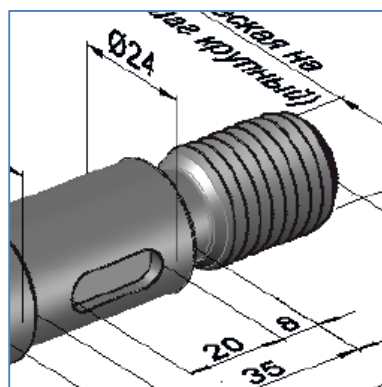
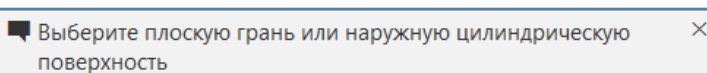


Рис. 112

Двойным щелчком мыши активизируйте элемент **Шпоночный паз ГОСТ 23360-78 наружный** (рис. 111).

По запросу системы



укажите

опорную плоскость, от которой задано расстояние 8 (рис. 112).

Расстояние 8 задайте на **Панели позиционирования** (рис. 113).

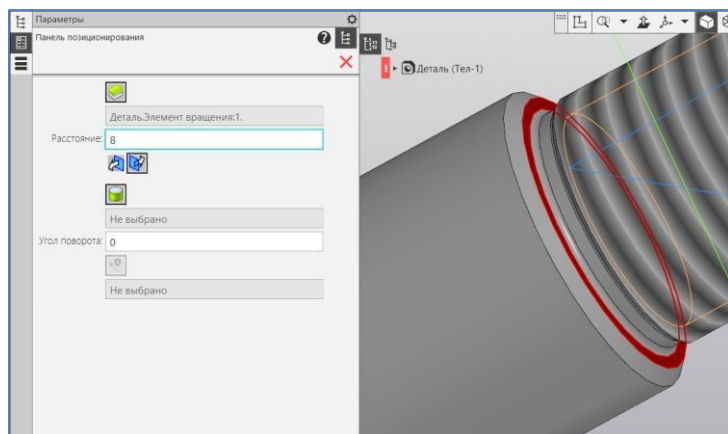


Рис. 113

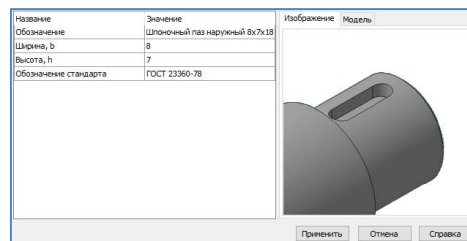


Рис. 114

По запросу системы Выберите плоскую грань или наружную цилиндрическую поверхность укажите цилиндрический участок вала, на котором должен быть расположен шпоночный паз.

Завершите выбор нажатием на зелёный флажок в окне параметров.

В окне модели система построит изображение шпоночного паза (рис. 114).

Завершите операцию нажатием кнопки Применить.

Результат выполнения операции представлен на рис. 115.

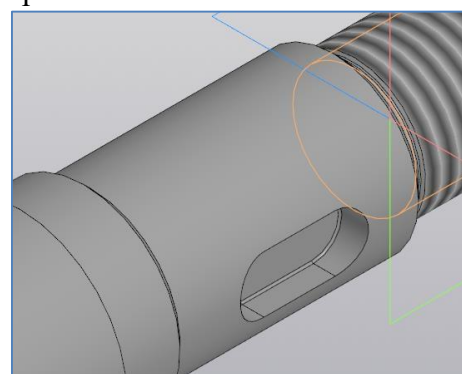


Рис. 115

12) Построение левого участка вала начните с выбора эскизной плоскости.

Известными командами выполните эскиз (рис. 116) и создайте **Элемент выдавливания** (рис. 117).

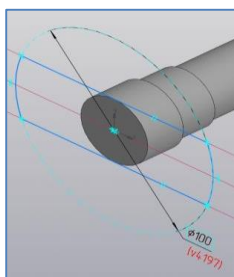


Рис. 116

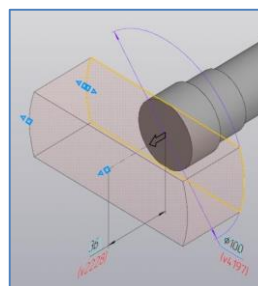


Рис. 117

13) Выполните вырез. Эскиз – рис. 118, операция **Вырезать выдавливанием** – рис. 119.

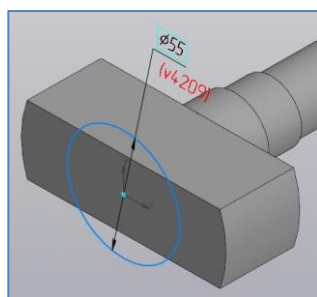


Рис. 118

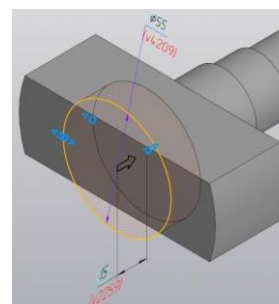


Рис. 119

14) Далее выполните эскиз будущих отверстий (рис. 120) и сами отверстия операцией **Вырезать выдавливанием** (рис. 121).

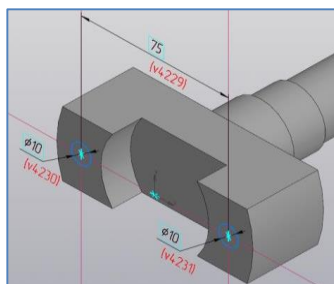


Рис. 120

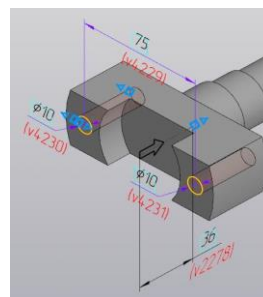


Рис. 121

15) Следующим этапом соответствующей операцией выполните **Условное изображение резьбы** (рис. 103).

На запрос системы Укажите базовый объект укажите на цилиндрическую поверхность, на которой планируете изобразить резьбу (рис. 122). Аналогично выполните условное обозначение резьбы на втором отверстии (рис. 123).

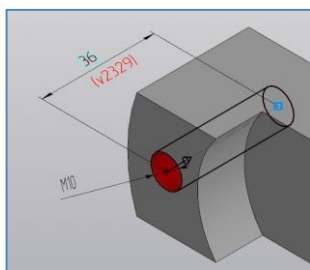


Рис. 122

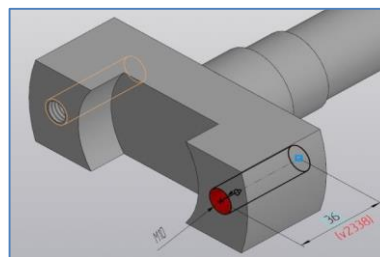


Рис. 123

16) Заключительный этап – построение внутренней Фаски №7 в резьбовых отверстиях М10 по ГОСТ 10549-80. Операция – **Фаска**. Фантом выполнения операций и результаты см. рис. 107...110.

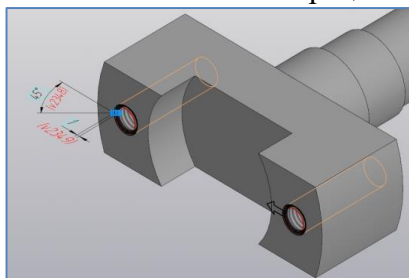


Рис. 124

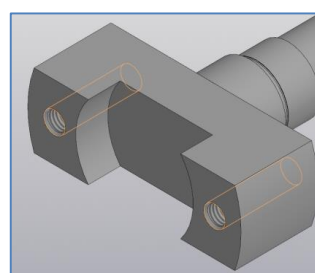


Рис. 125

Модель вала выполнена.

Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий проверки	Проверяемые элементы	Оценка (✓/X)	Комментарии
3D модель вала	Построение модели детали в правильной плоскости		
	Все эскизы, используемые при построении 3D-модели, определены		
	Соответствие формы 3D-модели заданию		
	Соответствие размеров 3D-модели заданию		
	Внесено наименование и материал детали		

Учебно-методическое обеспечение программы профессиональной переподготовки находится в свободном доступе для слушателей в соответствующем электронном учебном курсе в ЭИОС СевГУ. Программа обеспечена учебно-методической документацией и материалами по всем учебным модулям и темам.

Методические пособия для студентов:

1. Электрические принципиальные схемы в инженерной графике : учебно-методическое пособие для студентов технических специальностей всех форм обучения / составители: Ю. О. Стреляная, О. В. Мухина. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2021. - 58, [3] с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Библиография: с. 61. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
2. Моделирование валов в системе Компас-3D : учебно-методическое пособие к выполнению заданий по компьютерной графике / составители: О. В. Мухина, Ю. О. Стреляная. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2023. - 71 с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Библиография: с. 28. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
3. Использование приложения «Валы и механические передачи» в системе Компас-3D : учебно-методическое пособие к выполнению заданий по дисциплине «Инженерный дизайн CAD» / составители: Ю. О. Стреляная [и др.]. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2024. - 68 с. : ил. - Библиография: с. 38. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
4. Соединение деталей крепежными изделиями. Сборочный чертеж : методические указания к выполнению расчетно-графической работы / составитель О. В. Мухина. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2019. - 34 с. : ил. ; 29 см. - Библиография: с. 34. - Текст : непосредственный.
5. Начертательная геометрия и инженерная графика : методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине для направлений подготовки 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» всех форм обучения / Ю. О. Стреляная. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2021. - 34 с. : табл. - Загл. с титул. экрана. - Библиография: с. 27-29. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
6. Начертательная геометрия и инженерная графика : методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине для направлений подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, 26.05.01 Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники всех форм обучения / Ю. О. Стреляная. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2021. - 34 с. : табл. - Загл. с титул. экрана. - Библиография: с. 28-30. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
7. Начертательная геометрия и инженерная графика : методические указания к самостоятельной работе по дисциплине для студентов направления подготовки 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» всех форм обучения / Ю. О. Стреляная. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2021. - 33 с. : табл. - Загл. с титул. экрана. - Библиография: с. 27-29. - ~Б. ц. - Текст : электронный.
8. Сборник тестовых заданий по инженерной графике : учебно-методическое пособие / составители: Т. А. Перевай, Ю. О. Стреляная. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2023. - 63, [1] с. : ил. - Загл. с титул. экрана. - Библиография: с. 63-64. - ~Б. ц. - Текст : электронный.

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Характеристика педагогических работников							Условия привлечения к педагогической деятельности
	Фамилия, имя, отчество, должность	Образование (наименование образовательного учреждения, наименование специальности, программы обучения)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы			Основное место работы, должность	
				Всего	в т. ч. педагогической работы			
			всего		в т. ч. по указанному предмету, дисциплине, (модулю)			
1.	Стреляная Юлия Олеговна	Донбасская государственная машиностроительная академия, специальность «Металлорежущие станки и системы» (магистр)	Кандидат технических наук	16 лет	16 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
2.	Тараховский Алексей Юрьевич	Севастопольский приборостроительный институт, специальность «Металлорежущие станки и инструменты» (специалист)	Кандидат технических наук, доцент	29 лет	29 лет	22 год	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», зав.каф.	штатный сотрудник
3.	Перевай Татьяна Анатольевна	Южно- Российский государственный технический университет, специальность «Технология машиностроения» (специалист)	Кандидат технических наук	17 лет	17 лет	7 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
4.	Браславский Юрий Валентинович	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, специальность «Автоматизированное управление технологическими процессами» (магистр)	Кандидат технических наук, доцент	16 лет	16 лет	9 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Институт ядерной энергетики и промышленности, кафедра «Ядерных энергетических установок»	штатный сотрудник

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Для проведения:

- лекционных занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения);
- практических занятий – компьютерные классы, специально оснащенные учебной мебелью аудитории;
- самостоятельной учебной работы слушателей: внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Перечень материально-технического обеспечения также включает в себя библиотеку (имеющую рабочие места для слушателей, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02957-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490995	Электронный ресурс
2	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02959-8. — Текст : электронный // Образовательная	Электронный ресурс

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
	платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490996	
3.	Бучельникова, Т. А. Основы 3D моделирования в программе Компас : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179203	Электронный ресурс
4.	Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки : руководство / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-679-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112931 .	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
5	Вышнепольский, И. С. Техническое черчение : учебник для вузов / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08161-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488998	Электронный ресурс
6	Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для вузов / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09496-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488724	Электронный ресурс

VI. III ДИСЦИПЛИНА 4. Технологические системы энергетических объектов

V. III.1 ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.1 Технологические (тепловые) схемы АЭС

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Технологические системы энергетических объектов» образовательной траектории 1 «Технологические (тепловые) схемы» (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» и направлена на формирование продвинутого уровня компетенций: ПК 3 (ID 47) Понимает сложные чертежи, схемы, самостоятельно работает с технической документацией, выполняет простые чертежи и спецификации, разрабатывает проектную документацию с учетом требований нормативных актов и стандартов, анализирует и применяет нормативную базу (ГОСТ, СП, СНиП), оформляет техническую документацию в соответствии с требованиями, ПК 4 (ID 155) Применяет методы и инструменты САПР для 3D моделирования утвержденной формы. Самостоятельно разрабатывает САД-модели отдельных блоков и узлов, используя шаблоны и пресеты. Проводит первичную верификацию работы систем при помощи САД моделирования.

Освоение рабочей программы является инвариантной для ЦГ-1 обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
1.	Тема 3.1 Проектирование АЭС: принципы, требования, этапы и особенности с учетом применения ИТ – технологий. Лекция 1. Начальный этап проектирования АЭС. Выбор места расположения, оценка рисков, социальные аспекты. Лекция 2. Разработка концепции АЭС. Выбор типа реактора, значений мощности, систем безопасности, Лекция 3. Детальное проектирование АЭС. Разработка проектной документации, Лекция 4. Моделирование процессов на АЭС, проведение расчетов с использованием ИТ – технологий. Лекция 5. Организация выработки электроэнергии на АЭС. Лекция 6. Насосы, трубопроводы и арматура АЭС. Классификация, основные параметры, принципы работы. Лекция 7. Физический смысл регенерации тепла в цикле теплового двигателя и способы ее осуществления. Лекция 8. Идеальные и реальные циклы теплового двигателя. Лекция 9. Технологические измерения на АЭС.	18
2.	Тема 3.2. Реакторная установка В-320 и системы обеспечивающие. Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D». Практическая работа 1. Главный циркуляционный контур и система компенсации давления. Практическая работа 2. Система подпитки продувки. Борное регулирование Практическая работа 3. Система организованных протечек и дренажей Практическая работа 4. Системы аварийного охлаждения зоны (САОЗ).	14

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
	Практическая работа 5. Бассейн выдержки и бассейн перегрузки. Система расхолаживания БВ и БП. Практическая работа 6. Система продувки, гидроиспытаний и дренажа ПГ. Самостоятельная работа 1. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему спринклерной ситемы.	
3.	Тема 3.3. Паротурбинная установка с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D». Практическая работа 7. Функциональная схема рабочего контура с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Практическая работа 8. Система регенерации низкого давления. Практическая работа 9. Система защиты подогревателя высокого давления. Практическая работа 10. Система сброса пара в конденсатор. Практическая работа 11. Система технического водоснабжения общеблочной резервной дизельной электростанции. Практическая работа 12. Система гидроподъема ротора турбины. Практическая работа 13. Система дренажей замасленных стоков машзала. Самостоятельная работа 2. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему системы пароснабжения турбопитательного насоса ТПН 1(2).	16
4.	Тема 3.4. Построение принципиальных электрических схем АЭС с реактором ВВЭР-1000 и турбогенератором ТВВ-1000-4УЗ в САПР «Компас-3D». Практическая работа 14. Главная электрическая схема. Самостоятельная работа 3. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить принципиальную схему тиристорной системы самовозбуждения генератора (СТС). Самостоятельная работа 4. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему распределительных устройств первой группы.	6
5.	Тема 3.5. Построение 3D модели: компоновка оборудования реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D». Практическая работа 15. Расположить парогенераторы ПГВ-1000М (4 шт.) с трубопроводами питательной воды Ду-400, пароотводящей системой и арматурой в границах реакторного отделения. Практическая работа 16. Расположить ядерный реактор, компенсатор давления, бак барботер с трубопроводами и арматурой в границах реакторного отделения. Практическая работа 17. Расположить конденсатные насосы 1 ступени (КЭН-1) и подогреватель низкого давления № 1 с трубопроводами и арматурой по питательной воде. Самостоятельная работа 5. Самостоятельно, используя полученные навыки, расположить подогреватель низкого давления № 1 и	8

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
	подогреватель низкого давления № 2 с трубопроводами и арматурой по питательной воде	
6.	Тема 3.6. Оформление спецификации на технологические системы реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D». Практическая работа 18 Главный циркуляционный контур. Самостоятельная работа 6. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему аварийного охлаждения зоны – активная часть (САОЗ). Самостоятельная работа 7. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему регенерации низкого давления. Самостоятельная работа 8. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему сброса пара в конденсатор.	8
7.	Промежуточная аттестация в формате тестирования	2
8.	Всего часов	72

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Тема 3.1 Проектирование АЭС: принципы, требования, этапы и особенности с учетом применения ИТ – технологий.	18	0	0	0
2	Тема 3.2. Реакторная установка В-320 и системы обеспечивающие. Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».	12	12	2	2
3	Тема 3.3. Паротурбинная установка с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».	14	14	2	2
4	Тема 3.4. Построение принципиальных электрических схем АЭС с реактором ВВЭР-1000 и турбогенератором ТВВ-1000-4У3 в САПР «Компас-3D».	2	2	4	4
5	Тема 3.5. Построение 3D модели: компоновка оборудования реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D».	6	6	2	2
6	Тема 3.6. Оформление спецификации на технологические системы	2	2	6	6

	реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D».				
5	Промежуточная аттестация	2			
	Итого	72			

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Оценочными средствами для текущего контроля является электронное тестирование в ЭИОС СевГУ, опрос обучающихся при защите практических заданий и перечень заданий для выполнения

Типовые вопросы, выносимые на зачёт

1. Дать определение: технологическая система.
2. Дать определение: проектная документация на технологическую систему.
3. Что в себя включает проектная документация на технологическую систему?
4. Что в себя включает текстовая часть проектной документации на технологическую систему?
5. Что в себя включает графическая часть проектной документации на технологическую систему?
6. Перечислите этапы проектирования АЭС.
7. Перечислите основные технические решения по модернизации и обновлению оборудования АЭС с целью повышения эффективности и безопасности.
8. Какие ИТ – технологии применяются при проектировании технологических систем.
9. Какой тип из графических документов не имеет элементов оформления?
10. Что такое вид? Для чего он нужен?
11. Как изменить масштаб вида и что происходит с объектами в этом виде?
12. Прикладная библиотека в системе КОМПАС-3D (далее по умолчанию) – это...
13. Для чего нужен Менеджер библиотек?
14. Как подключить панель инструментов прикладной библиотеки?
15. В какой библиотеке расположена Сетка координационных осей?
16. Укажите назначение Хот-точек.
17. Принцип работы команды Добавление координационной оси.
18. Принцип работы команды Удаление координационной оси.
19. Для чего предназначена опция Автосопряжение?
20. Для чего необходимо устанавливать оперативное обозначение оборудования технологических систем?
28. Каковы основные функции приложения «Схемы принципиальные»?
29. Какие виды проектной документации можно автоматизировать в программе?
30. Опишите общий порядок работы в приложении «Схемы принципиальные».
31. Какие шаги включают предварительные настройки приложения «Схемы принципиальные»?

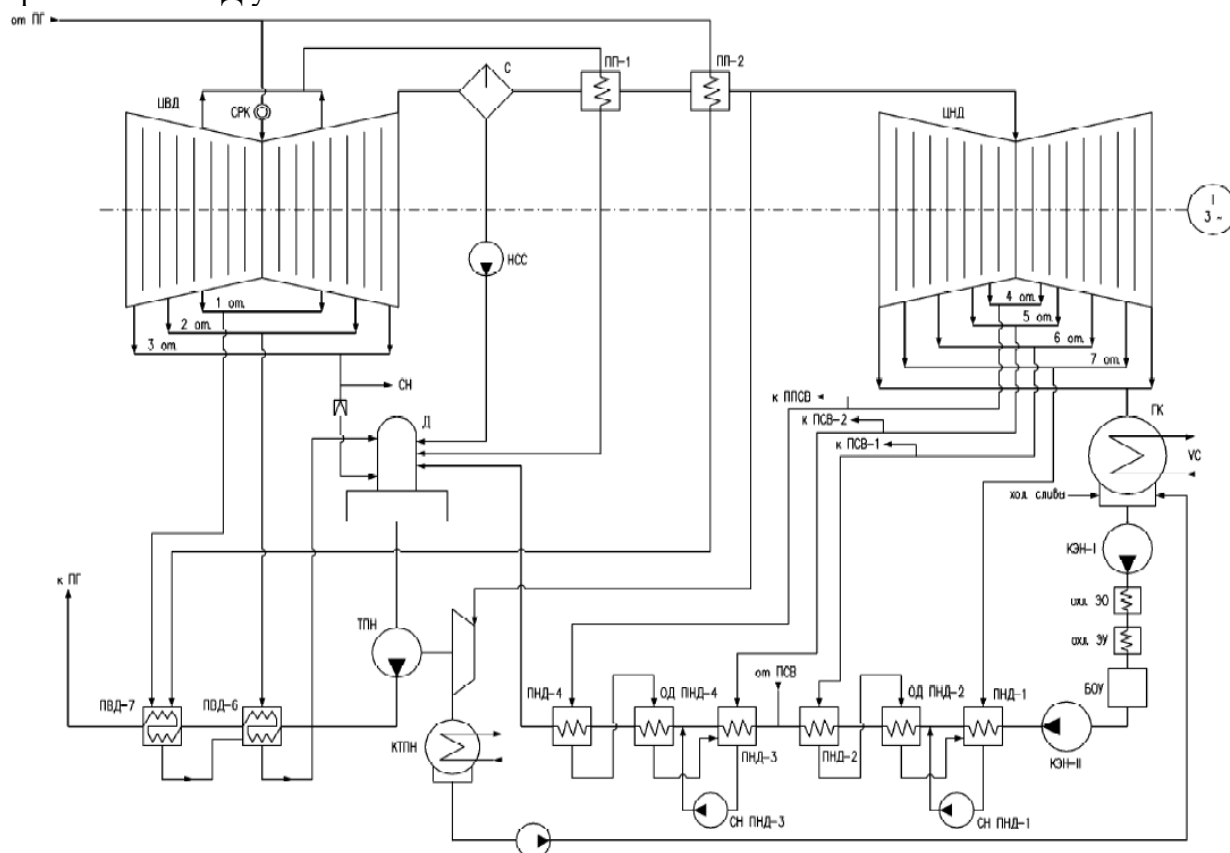
32. Как настроить и где разместить панель «Параметры» для эффективной работы в приложении «Схемы принципиальные»?
33. Что такое автопозиционирование в и как его выполнить?
34. Какие интегрированные с «КОМПАС». инструменты автоматического расчёта параметров технологических систем доступны?
35. Какие шаги включают ручную расстановку оборудования при точечном методе?
36. Какие действия необходимы для размещения оборудования?
37. Как задать высотные отметки для оборудования?
38. Как создать 3-D модель компоновки оборудования и какие данные она содержит?
39. Чем отличаются групповое и индивидуальное подключение оборудования?
40. Какие есть средства проверки корректности прокладки трубопроводов?
41. Какие технологические (тепловые) характеристики рассчитывает программа?
42. Как формируется техническая документация?
43. Как создать спецификации технологических систем?
44. Можно ли автоматически исправлять найденные ошибки в проекте?

Типовой контроль по теме 3.3

Используя инструменты САПР «Компас-3D»: «KompasFlow», приложение «схемы принципиальные»:

- разработать функциональную схему рабочего контура ПТУ с турбиной К-1000-60/1500 -2 без систем регенерации низкого и высокого давления (исключить из приведенной (исходной) схемы);

- рассчитать температуру и давление питательной воды на входе в парогенераторы и термический КПД установки.



Функциональная схема рабочего контура ПТУ с турбиной К-1000-60/1500 -2

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/Х)	Комментарий
1. Разработка функциональной схемы	Правильное оформление схемы		Схема соответствует заданию (исходной), без лишних элементов
2. Корректность схемотехнических связей	Соединение и логика - схематически правильны		Отсутствие ошибок в связках элементов
3. Расчет температуры питательной воды	Погрешность значения расчетной входной температуры питательной воды в парогенераторы по сравнению со спецификационным - не более 5-7%.		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование термодинамического цикла
4. Расчет давления питательной воды	Погрешность значения расчетного давления питательной воды на входе в парогенераторы по сравнению со спецификационным - не более 5-7%		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование термодинамического цикла
5. Расчет термического КПД установки	Погрешность значения расчетного КПД установки по сравнению со спецификационным - не более 3-5%		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование термодинамического цикла
6. Оформление отчетных материалов	Наличие и структурированность всех исходных расчетов, схем и пояснений		Четкое и понятное оформление

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Обучение слушателей по программе профессиональной переподготовки заключается:

- в изучении всех тем и модулей программы на аудиторных занятиях, в электронном учебном курсе и по рекомендованной литературе под контролем преподавателя,
- в подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий по темам,
- в повторении теоретического и практического материалов при подготовке к зачётам;
- в выполнении итогового комплексного задания.

Пример задания на практическую работу

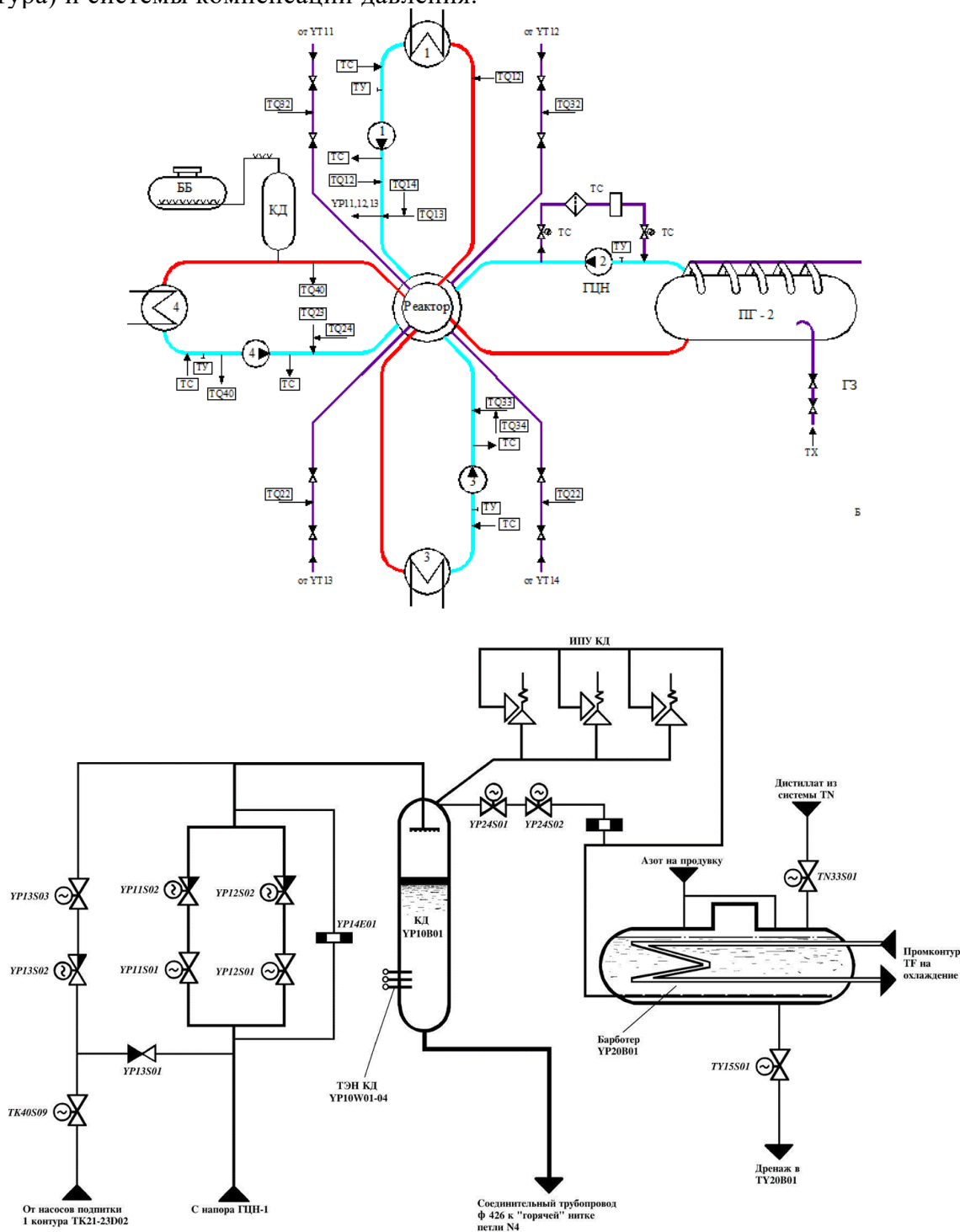
Тема: Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».

Цель: Изучение процесса построения и расчета технологических схем в САПР.

Задание: Используя инструменты САПР «Компас-3D»: «KompasFlow», приложение «схемы принципиальные», исходные данные и полученные навыки при

изучении дисциплины 3: «Основы Компас-3D» построить схему главного циркуляционного контура и системы компенсации давления реакторной установки «В-320». Дополнительно рассчитать и указать на схеме диаметр условного прохода трубопроводов ГЦК исходя из заданных характеристик. Сравнить расчетные значения со спецификационными (приведенными в описании), оформить спецификацию на систему компенсации давления.

Исходные данные: Схемы функциональные: главный циркуляционный контур, система компенсации давления реакторной установки «В-320». Описание ГЦК (1 контура) и системы компенсации давления.



Функциональные схемы систем 1 контура и компенсации давления

Описание главного циркуляционного контура

В состав реакторной установки ВВЭР-1000 входят: водоводяной энергетический реактор типа ВВЭР-1000, главный циркуляционный контур, система компенсации давления и ряд вспомогательных систем.

Главный циркуляционный контур (ГЦК) предназначен для отвода тепла, выделяющегося в реакторе, и передачи его воде второго контура в парогенераторах. ГЦК включает в себя четыре циркуляционные петли. Каждая циркуляционная петля состоит из парогенератора (ПГ), главных циркуляционных трубопроводов (ГЦТ) Ду 850, главного циркуляционного насоса (ГЦН).

Теплоноситель первого контура, охлажденный в ПГ, поступает на всас ГЦН и подается ими в реактор через нижний ряд напорных патрубков, опускается по кольцевому зазору между корпусом и шахтой реактора, а затем, пройдя активную зону снизу вверх, через верхние отводящие патрубки выходит из реактора и направляется в ПГ.

Реактор – водо-водяной, гетерогенный, корпусного типа, на тепловых нейтронах. Он представляет собой вертикальный цилиндрический корпус с эллиптическим днищем. Внутри корпуса размещается активная зона (а.з.) и внутрикорпусные устройства (ВКУ). Сверху реактор герметично закрыт верхним блоком (ВБ) с установленными на нем приводами механизмов органов регулирования и защиты реактора и патрубков вывода кабелей датчиков внутриреакторного контроля (ВРК). Крепление верхнего блока к корпусу осуществляется шпильками.

Корпус реактора предназначен для размещения ВКУ и а.з. реактора. Представляет собой цилиндрический сосуд с эллиптическим днищем и состоит из фланца, зоны патрубков, опорной обечайки, цилиндрической части и эллиптического днища.

Патрубки Ду 850 (по два патрубка на петлю) вытянуты из основного металла обечайки зоны патрубков методом горячей штамповки. На уровне осей верхнего и нижнего рядов патрубков Ду 850 расположены по два (всего – четыре) отверстия с патрубками Ду 300 для организации аварийного охлаждения а.з. реактора. На уровне осей верхнего ряда патрубков Ду 850 расположено также отверстие Ду 250 для вывода импульсных трубок контрольно-измерительных приборов (КИП) с отключающими устройствами.

Главные циркуляционные трубопроводы предназначены для соединения основного оборудования первого контура и организации циркуляции теплоносителя в контуре реакторной установки (РУ). ГЦТ установлены в герметичных помещениях, недоступных для обслуживания во время работы РУ. Трубопроводы и патрубки имеют наплавку из аустенитной стали.

Основные технические данные по ГЦК

Коэффициент гидравлического сопротивлений на единицу длины, м ⁻¹ .	0,015
Диаметр трубопроводов внутренний, мм	850
Толщина стенки основного металла, мм	70
Толщина наплавки из нержавеющей стали, мм	5
Общая длина, м	127

Характеристика	Значение
Мощность реактора тепловая, МВт	3000
Мощность энергоблока электрическая МВт	1000
Расчетное давление в 1 контуре, кгс/см ²	180
Расчетная температура, °С	350
Температура теплоносителя на входе в реактор, °С	289,7
Количество петель	4
Давление 1 контура (абсолютное) на выходе из активной зоны, кгс/см ²	160±3
Температура теплоносителя на выходе из реактора, °С	320
Подогрев теплоносителя в реакторе, °С	30,3
Расход теплоносителя через реактор, м ³ /час	84800
Количество парогенераторов	4

Описание системы компенсации давления

Система компенсации давления предназначена:

- для ограничения отклонений давления в первом контуре, вызываемого изменением температурного режима во время работы РУ;
- для защиты первого контура от превышения давления;
- для создания давления в первом контуре в период пуска РУ;
- для снижения давления в первом контуре при расхолаживании.

В состав системы компенсации давления входят:

- компенсатор давления;
- дыхательный трубопровод, соединяющий КД с горячей ниткой ГЦТ;
- бак-барботер;
- трубопроводы сброса пара с ИПУ;
- трубопроводы впрыска.

Работа системы.

1 контур недогрет до кипения примерно на 60⁰С. Жидкость несжимаема, а температурный коэффициент изменения объема высокий, что при замкнутом контуре приводит к относительно резкому увеличению давления при изменении температурного режима. При разогреве с 70 до 280 ⁰С плотность уменьшается на 30%. Эти обстоятельства заставляют применять в схеме устройства, компенсирующие объем, а именно систему компенсации давления в виде демпфирующей паровой подушки.

СКД предназначена: для поддержания постоянного давления в стационарных режимах работы и ограничения отклонений давления в переходных и аварийных режимах работы. Пределы изменения давления составляют 180-120 кг/см².

Компенсатор давления УР10В01 одновременно является элементом обеспечения давления и компенсатором объема.

В компенсаторе давления происходит регулирование давления (ограничение изменений давления от номинального) в контуре за счет как сжатия и расширения паровой подушки (паровой фазы), т.е. происходит демпфирующий эффект, так и за счет изменения водяного объема (водяной фазы). Например, если давление в контуре увеличивается (вследствие увеличения температуры), то по дыхательному трубопроводу (из горячей ветки петли №4) теплоноситель поступает в КД, соответственно уровень т/н-ля в КД растет, паровая подушка сжимается, одновременно с этим часть паровой подушки конденсируется на поверхности (т.к. ее объем уменьшается по сравнению с площадью поверхности теплоносителя) и тем самым компенсируется увеличение давления. При понижении давления, уровень теплоносителя в КД падает (за счет перетекания его по дыхательному тр/пр в контур под действием сверху давления паровой подушки), при этом интенсивность парообразования при меньшем объеме водяной фазы увеличивается, что в свою очередь насыщает (уплотняет) расширяющуюся (занимающую дополнительный объем, ранее заполненный теплоносителем) паровую подушку и тем самым компенсируется снижение давления в контуре.

Холодный впрыск теплоносителя (из холодной ветки петли № 1 – с напора ЦНПК) осуществляется при резком увеличении давления.

На тр/пр впрыска имеется разветвленный участок из двух линий 159×17. На каждой линии первым установлен нормально-открытый клапан (при отсутствии управляющего сигнала - открыт), после него стоит нормально-закрытый поворотный клапан (при отсутствии управляющего сигнала - закрыт), но который открывается (приоткрывается) по соответствующему перепаду давления между КД и напорной веткой ГЦН. При повышении давления в напорной ветке (в 1 контуре) теплоноситель через нормально открытый клапан, невозвратно-поворотный нормально-закрытый поступает (распыляется) в КД тем самым уменьшая паровую подушку (часть пара конденсируется) и уровень теплоносителя в КД растет, в результате чего объем водной фазы в КД увеличивается и интенсивность повышения давления снизится или рост давления будет остановлен (в зависимости от переходного

процесса). После компенсации давления перепад на обратном клапане уменьшится и он закроется, прекратив подачу теплоносителя на конденсацию паровой подушки в КД.

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА – ИЗБЕЖАТЬ РЕЗКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ И (ИЛИ) ПОДДЕРЖАНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ЗАДАННОМ ДИАПАЗОНЕ.

Байпасная ветка 18×2,5 необходима для подачи теплоносителя в тр/пр 219×20 для их прогрева и в КД для перемешивания теплоносителя с целью поддержания одинаковой концентрации борной кислоты как в КД, так и 1 контуре.

Линия тонкого впрыска 133×14 используется для более тонкого регулирования давления и в режиме расхолаживания, когда линия основного впрыска не эффективна (в режиме расхолаживания для снижения давления необходимо более интенсивно конденсировать паровую подушку, чтобы минимизировать ее воздействие на удержание давления).

Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/Х)	Комментарий
Разработка функциональной схемы	Правильное содержание схемы		Схема соответствует заданию (исходной), без лишних элементов
Корректность схемотехнических связей	Соединение и логика - схематически правильны		Отсутствие ошибок в связках элементов
Расчет диаметра трубопровода	Погрешность значения расчетного диаметра условного прохода по сравнению со спецификационным - не более 5%.		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование гидравлического процесса
Оформление спецификации согласно стандартам	Условные обозначения, заполнение разделов соответствуют стандартам (в т.ч. ГОСТ 21.408-2013)		Правильный и полноценный ввод данных в САПР Проверка соответствия стандартам.
Использование изображений, символики и характеристик согласно стандартам.	Маркировка трубопроводов, арматуры, диаметра условного прохода трубопроводов соответствует стандартам.		Проверка правильности символов и подписей
Логичность и наглядность всей схемы	Схема должна быть понятна и логически структурирована.		Визуальное удобство восприятия и правильного расположения элементов

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Характеристика педагогических работников							Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогической деятельности
	Фамилия, имя, отчество, должность	Образование (наименование образовательного учреждения, наименование специальности, программы обучения)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы					
				Всего	в т. ч. педагогической работы				
					всего	в т. ч. по указанном у предмету, дисциплин е, (модулю)			
5.	Стреляная Юлия Олеговна	Донбасская государственная машиностроительная академия, специальность «Металлорежущие станки и системы» (магистр)	Кандидат технических наук	15 лет	15 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник	
6.	Тараховский Алексей Юрьевич	Севастопольский приборостроительный институт, специальность «Металлорежущие станки и инструменты» (специалист)	Кандидат технических наук, доцент	28 лет	28 лет	21 год	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», зав.каф.	штатный сотрудник	
7.	Перевай Татьяна Анатовна	Южно- Российский государственный технический университет, специальность «Технология машиностроения» (специалист)	Кандидат технических наук	16 лет	16 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник	
8.	Браславский Юрий Валентинович	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, специальность «Автоматизированное управление технологическими процессами» (магистр)	Кандидат технических наук, доцент	16 лет	16 лет	9 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Институт ядерной энергетики и промышленности, кафедра «Ядерных энергетических установок»	штатный сотрудник	
9.	Сенег Алексей Леонидович	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет» (магистр)	—	6 лет	—	—	ООО «Севастопольэнерго», Программист 2 категории в отделе информационных технологий	Договор ГПХ	

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Для проведения:

- лекционных занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения);
- практических занятий – компьютерные классы, специально оснащенные учебной мебелью аудитории;
- самостоятельной учебной работы слушателей: внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Перечень материально-технического обеспечения также включает в себя библиотеку (имеющую рабочие места для слушателей, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1.	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02957-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490995	Электронный ресурс
2.	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02959-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490996	Электронный ресурс
3.	Бучельникова, Т. А. Основы 3D моделирования в программе Компас : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань :	Электронный ресурс

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
	электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179203	
4.	Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки : руководство / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-679-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112931 .	Электронный ресурс
5.	Едчик, И. А. Физико-технические основы ядерной энергетики / И. А. Едчик. — Минск : Белорусская наука, 2017. — 176 с. — ISBN 978-985-08-2195-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/74093.html (дата обращения: 15.07.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Электронный ресурс
6.	Кирияченко В.А. Основы теории и проектирования ядерных энергетических установок атомных электрических станций [Текст] : учебник для вузов / В. А. Кирияченко [и др.] ; рук. авт. кол. С. Б. Тулуб, Рекоменд. МОН Украины. - Севастополь : СХУЯЭиП, 2011. - 480 с. : ил. - Библиогр.: с. 477 - 479. - ISBN 966-7717-01-1.	Электронный ресурс
7.	Браславский Ю. В. Основное оборудование и технологические системы реакторного отделения АЭС с ВВЭР-1000 (модификация В-320) [Текст] : учеб.пособие / Ю. В. Браславский, В. Ф. Дудаков. - Севастополь : СХУЯЭиП, 2012. - 200 с.	Электронный ресурс
8.	Матузаев К.Б. Ядерная энергетическая установка АЭС с ВВЭР-1000: оборудование, системы и элементы [Текст] : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / К. Б. Матузаев, Г. Я. Мерзликин, В. В. Шаповаленко. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2015. Ч. 1 : Основные компоненты реакторной установки. - 2015. - 152 с. : ил.	Электронный ресурс
9.	Чупрынин, С. А. Альбом технологических схем турбинного отделения ПТУ АЭС с турбиной К-1000-60/1500-2 : учеб. пособие / С. А. Чупрынин, Ю. В. Браславский. - Севастополь : СХУЯЭиП, 2011. - 69 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
10.	Вышнепольский, И. С. Техническое черчение : учебник для вузов / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08161-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488998	Электронный ресурс
11.	Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для вузов / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09496-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488724	Электронный ресурс

V.III.2 ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.2

Технологические схемы систем, обеспечивающие ВХР контуров АЭС.

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Технологические системы энергетических объектов» образовательной траектории 2 «Технологические схемы поддержания ВХР контуров» (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» и направлена на формирование продвинутого уровня компетенций: ПК 3 (ID 47) Понимает сложные чертежи, схемы, самостоятельно работает с технической документацией, выполняет простые чертежи и спецификации, разрабатывает проектную документацию с учетом требований нормативных актов и стандартов, анализирует и применяет нормативную базу (ГОСТ, СП, СНиП), оформляет техническую документацию в соответствии с требованиями, ПК 4 (ID 155) Применяет методы и инструменты САПР для 3D моделирования утвержденной формы. Самостоятельно разрабатывает САД-модели отдельных блоков и узлов, используя шаблоны и пресеты. Проводит первичную верификацию работы систем при помощи САД моделирования.

Освоение рабочей программы является инвариантной для ЦГ-2 обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
1.	Тема 3.1 Атомные электрические станции (АЭС) и установки (ЯЭУ). Основные элементы и системы. Принципы работы. Организация производственного процесса на АЭС. Лекция 1. Состояние и перспективы развития атомной энергетики. Промышленная площадка АЭС. Главный корпус АЭС с ВВЭР-1000 Лекция 2. Идеальные и реальные циклы теплового двигателя. Принципиальная схема ЯЭУ. Организация выработки электроэнергии на АЭС. Лекция 3. Физический смысл регенерации тепла в цикле теплового двигателя и способы ее осуществления. Лекция 4. Ядерный реактор (ЯР). Устройство. Принцип его работы. Структура активной зоны ЯР. Лекция 5. Место паровой турбины в составе ЯЭУ АЭС. Устройство и принцип ее работы. Лекция 6. Генератор (турбогенератор) в составе ЯЭУ АЭС. Устройство и принцип его работы. Лекция 7. Насосы, трубопроводы и арматура АЭС. Классификация, основные параметры, принципы работы. Лекция 8. Общие положения по проектированию ЯЭУ АЭС. Формирование расчетной схемы рабочего контура. Лекция 9. Технологические измерения на АЭС.	18

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
2.	Тема 3.2. Реакторная установка В-320. Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D». Практическая работа 1. Главный циркуляционный контур и система компенсации давления. Практическая работа 2. Система байпасной очистки теплоносителя первого контура от дисперсных продуктов коррозии конструкционных материалов (СВО-1). Практическая работа 3. Система очистки теплоносителя в ходе операций, связанных с изменением концентрации борной кислоты в первом контуре, снижения активности или концентрации хлоридов в теплоносителе при разогреве первого контура во время пуска, а также очистки организованных протечек контура в период нормальной эксплуатации (СВО-2). Практическая работа 4. Системы очистки трапных вод: неорганизованных протечек объектов реакторного отделения и технического водоснабжения, вод дезактивации, регенерационных вод (после регенерации и взрыхления ионообменных фильтров) и других (СВО-3). Практическая работа 5. Система очистки вод бассейна выдержки отработавшего ядерного топлива и вод баков аварийного запаса раствора борной кислоты (СВО-4). Практическая работа 6. Система аварийного и планового расхолаживания. Практическая работа 7. Бассейн выдержки и бассейн перегрузки. Система расхолаживания БВ и БП. Самостоятельная работа 1. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему системы дожигания водорода.	16
3.	Тема 3.3. Паротурбинная установка с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D». Практическая работа 8. Функциональная схема рабочего контура с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Практическая работа 2. Система ввода химических реагентов во второй контур. Практическая работа 9. Система охлаждения проб второго контура. Практическая работа 10. Система трубопроводов азота высокого и низкого давления. Практическая работа 11. Система очистки продувочной воды парогенераторов (СВО-5). Практическая работа 12. Система химобессоленной воды. Самостоятельная работа 2. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему системы шарикоочистки конденсаторов турбины.	14
4.	Тема 3.4. Построение принципиальных электрических схем АЭС с реактором ВВЭР-1000 и турбогенератором ТВВ-1000-4УЗ в САПР «Компас-3D». Практическая работа 13. Главная электрическая схема	6

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
	Самостоятельная работа 3. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить принципиальную схему распределительных устройств потребителей 1 группы. Самостоятельная работа 4. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему распределительных устройств потребителей 2 группы.	
5.	Тема 3.5. Построение 3D модели: компоновка оборудования реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D». Практическая работа 14. Расположить парогенераторы ПГВ-1000М (4 шт.) с трубопроводами питательной воды Ду-400, пароотводящей системой и арматурой в границах реакторного отделения. Практическая работа 15. Расположить ядерный реактор, компенсатор давления, бак барботер с трубопроводами и арматурой в границах реакторного отделения. Практическая работа 16. Расположить конденсатные насосы 1 ступени (КЭН-1) и подогреватель низкого давления № 1 с трубопроводами и арматурой по питательной воде. Самостоятельная работа 5. Самостоятельно, используя полученные навыки, подогреватель низкого давления № 1 и подогреватель низкого давления № 2 с трубопроводами и арматурой по питательной воде	8
6.	Тема 3.6. Оформление спецификации на технологические системы реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D». Практическая работа № 17 Система ввода химических реагентов во второй контур. Самостоятельная работа 6. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему очистки вод бассейна выдержки отработавшего ядерного топлива и вод баков аварийного запаса раствора борной кислоты (СВО-4). Самостоятельная работа 7. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему регенерации низкого давления. Самостоятельная работа 8. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на системы химобессоленной воды.	8
7.	Промежуточная аттестация в формате тестирования	2
8.	Всего часов	72

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Тема 3.1 Атомные электрические станции (АЭС) и установки (ЯЭУ). Основные элементы и системы. Принципы работы. Организация производственного процесса на АЭС.	18	0	0	0

2	Тема 3.2. Реакторная установка В-320. Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».	14	14	2	2
3	Тема 3.3. Паротурбинная установка с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».	12	12	2	2
4	Тема 3.4. Построение принципиальных электрических схем АЭС с реактором ВВЭР-1000 и турбогенератором ТБВ-1000-4УЗ в САПР «Компас-3D».	2	2	4	4
5	Тема 3.5. Построение 3D модели: компоновка оборудования реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D».	6	6	2	2
6	Тема 3.6. Оформление спецификации на технологические системы реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D».	2	2	6	6
	Промежуточная аттестация	2			
	Итого	72			

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Оценочными средствами для текущего контроля является электронное тестирование в ЭИОС СевГУ, опрос обучающихся при защите практических заданий и перечень заданий для выполнения

Типовые вопросы, выносимые на зачёт

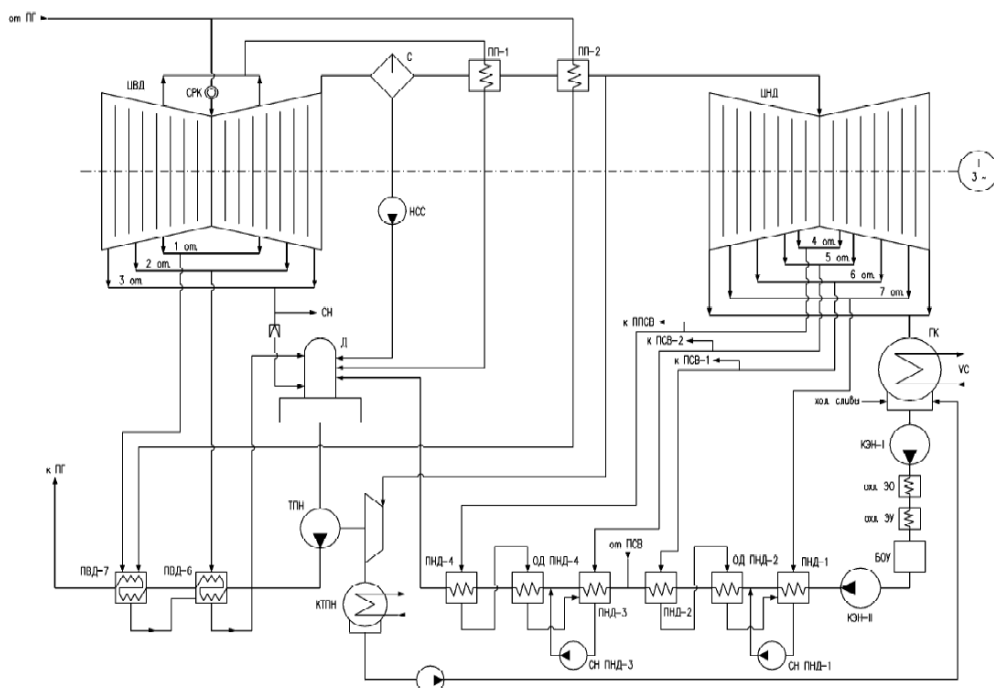
1. Опишите структуру промышленной площадки АЭС.
2. В чем разница между идеальным и реальным циклом теплового двигателя?
3. Опишите принципиальную схему атомной энергетической установки (ЯЭУ).
4. Как организован процесс выработки электроэнергии на АЭС?
5. Перечислите основные способы осуществления регенерации тепла на АЭС.
6. Опишите устройство и принцип работы ядерного реактора (ЯР) ВВЭР-1000.
7. Опишите устройство и принцип работы турбогенератора в составе ЯЭУ АЭС.
8. Как формируется расчетная схема рабочего контура ЯЭУ?
9. Каковы основные цели и задачи технологических измерений на АЭС?
10. Дать определение: технологическая система.
11. Дать определение: проектная документация на технологическую систему.

12. Что в себя включает проектная документация на технологическую систему?
13. Что в себя включает текстовая часть проектной документации на технологическую систему?
14. Что в себя включает графическая часть проектной документации на технологическую систему?
15. Какие ИТ – технологии применяются при проектировании технологических систем.
16. Какой тип из графических документов не имеет элементов оформления?
17. Что такое вид? Для чего он нужен?
18. Как изменить масштаб вида и что происходит с объектами в этом виде?
19. Прикладная библиотека в системе КОМПАС-3D (далее по умолчанию) – это...
20. Для чего нужен Менеджер библиотек?
21. Как подключить панель инструментов прикладной библиотеки?
22. В какой библиотеке расположена Сетка координационных осей?
23. Укажите назначение Хот-точек.
24. Принцип работы команды Добавление координационной оси.
25. Принцип работы команды Удаление координационной оси.
26. Для чего предназначена опция Автосопряжение?
27. Для чего необходимо устанавливать оперативное обозначение оборудования технологических систем?
28. Каковы основные функции приложения «Схемы принципиальные»?
29. Какие виды проектной документации можно автоматизировать в программе?
30. Опишите общий порядок работы в приложении «Схемы принципиальные».
31. Какие шаги включают предварительные настройки приложения «Схемы принципиальные»?
32. Как настроить и где разместить панель «Параметры» для эффективной работы в приложении «Схемы принципиальные»?
33. Что такое автопозиционирование и как его выполнить?
34. Какие интегрированные с «КОМПАС». инструменты автоматического расчёта параметров технологических систем доступны?
35. Какие шаги включают ручную расстановку оборудования при точечном методе?
36. Какие действия необходимы для размещения оборудования?
37. Как задать высотные отметки для оборудования?
38. Как создать 3-D модель компоновки оборудования и какие данные она содержит?
39. Чем отличаются групповое и индивидуальное подключение оборудования?
40. Какие есть средства проверки корректности прокладки трубопроводов?
41. Какие технологические (тепловые) характеристики рассчитывает программа?
42. Как формируется техническая документация?
43. Как создать спецификации технологических систем?
44. Можно ли автоматически исправлять найденные ошибки в проекте?

Типовой контроль по теме 3.3

Используя инструменты «Компас-3D»: «KompasFlow», приложение «схемы принципиальные»:

- разработать функциональную схему рабочего контура без систем регенерации высокого давления (исключить из приведенной (исходной) схемы);
- рассчитать температуру и давление питательной воды на входе в парогенераторы и термический КПД установки.



функциональная схема рабочего контура ПТУ К-1000-60/1500 -2 (2М)

Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/Х)	Комментарий
1. Разработка функциональной схемы	Правильное оформление схемы		Схема соответствует заданию (исходной), без лишних элементов
2. Корректность схемотехнических связей	Соединение и логика - схематически правильны		Отсутствие ошибок в связках элементов
3. Расчет температуры питательной воды	Погрешность значения расчетной входной температуры питательной воды в парогенераторы по сравнению со спецификационным - не более 5-7%.		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование термодинамического цикла
4. Расчет давления питательной воды	Погрешность значения расчетного давления питательной воды на входе в парогенераторы по сравнению со спецификационным - не более 5-7%		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование термодинамического цикла
5. Расчет термического КПД установки	Погрешность значения расчетного КПД установки по сравнению со спецификационным - не более 3-5%		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование термодинамического цикла
6. Оформление отчетных материалов	Наличие и структурированность всех исходных расчетов, схем и пояснений		Четкое и понятное оформление

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Обучение слушателей по программе профессиональной переподготовки заключается:

- в изучении всех тем и модулей программы на аудиторных занятиях, в электронном учебном курсе и по рекомендованной литературе под контролем преподавателя,
- в подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий по темам,
- в повторении теоретического и практического материалов при подготовке к зачётам;
- в выполнении итогового комплексного задания.

Пример практической работы

Тема: Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».

Цель: Изучение процесса построения и расчета технологических схем в САПР.

Задание: Используя инструменты САПР «Компас-3D»: «KompasFlow», приложение «схемы принципиальные», исходные данные и полученные навыки при изучении дисциплины 3: «Основы Компас-3D» построить схему цепочки системы байпасной очистки теплоносителя первого контура от дисперсных продуктов коррозии конструкционных материалов (СВО-1). Дополнительно рассчитать и указать на схеме условный диаметр трубопроводов и наименование позиций. Сравнить расчетные значения со спецификационными (приведенными в описании). Оформить спецификацию на систему

Исходные данные: Схемы функциональная одной цепочки системы байпасной очистки теплоносителя первого контура от дисперсных продуктов коррозии конструкционных материалов (СВО-1) Описание системы.

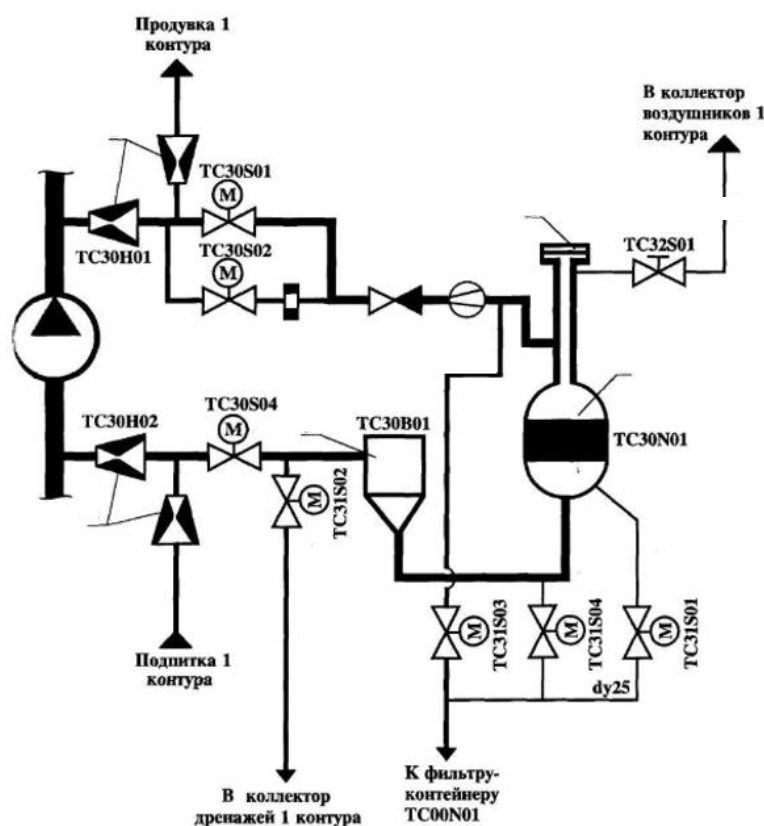


Схема функциональная одной цепочки системы байпасной очистки теплоносителя первого контура от дисперсных продуктов коррозии конструкционных материалов (СВО-1)

Описание одной цепочки системы СВО-1

1 – ГЦН. 2 – сужающие устройства (аварийные ограничители течи). 3 – ВТФ. 4 – заглушка трубы гидровыгрузки УГВС. 5 – фильтр-ловушка.

Производительность каждого фильтра 100 м³/час, что составляет примерно 0,5% от расхода теплоносителя, циркулирующего по петле. Эффективность удаления радионуклидов коррозионного происхождения на сорбенте составляет 70-90%.

При работе реакторной установки теплоноситель 1 контура с напора каждого ГЦН расходом 60-100 м³/час по трубопроводам Ду 100 поступает в фильтры ТС10,20,30,40N01 сверху, проходит через верхнее распределительное устройство, фильтрующий материал, нижнее распределительное устройство фильтра и, очищенный от продуктов коррозии, пройдя фильтрующие системы фильтров-ловушек ТС10,20,30,40B01, возвращается в 1 контур на всас ГЦН по трубопроводу Ду 100.

Входная задвижка каждой цепочки ТС10-40S01 имеет байпасную линию ТС10-40S02 с дроссельной шайбой, рассчитанной на пропуск расхода 20 м³/час, используемую для работы системы СВО-1 с пониженным расходом при разогреве или расхолаживании первого контура.

Циркуляция через каждую цепочку системы ТС обеспечивается за счет напора, создаваемого работой главного циркуляционного насоса. Для подключения системы СВО-1 в холодной нитке каждой петли ГЦТ имеется два штуцера Ду 133х12. В местах врезки трубопроводов СВО-1 в ГЦТ установлены ограничители расхода, предназначенные для ограничения течи из 1 контура при разрыве трубопроводов СВО-1.

Трубопроводы Ду 50 продувки первого контура вварены в трубопроводы подачи теплоносителя на фильтры СВО-1. В трубопроводы возврата теплоносителя после фильтров байпасной очистки вварены трубопроводы Ду 50 подпитки первого контура. Все патрубки системы СВО-1 в ГЦТ расположены выше осей "холодных" ниток, что дает возможность проводить ремонт трубопроводов и оборудования системы без выема топлива из реактора.

В качестве фильтрующего материала для заполнения фильтров ТС10,20,30,40N01 используется титановая крошка типа ТП-ВС-1 на основе губчатого титана с размером фракции 2±0,03 мм. Высокотемпературные сорбенты такого типа обладают высокой механической прочностью и сохраняют свои физико-механические свойства (удельную поверхность, механическую прочность, обменную емкость и т.д.) при температуре обрабатываемой воды до 330°С в течение длительной работы до 10 тысяч часов.

Под действием ионизирующего излучения до флюенса по быстрым нейтронам 5 1021 нейтрон/см² сек свойства сорбента практически не изменяются. Сорбент также обладает высокой химической устойчивостью: при температуре обрабатываемой воды до 350 °С его растворимость составляет менее 1 мг/литр.

Гидравлическое сопротивление гранулированных высокотемпературных сорбентов невелико: при высоте фильтрующего слоя 1 метр и скорости фильтрования 2,8 см/сек (100 м/час) оно составляет 0,07 кгс/см². Теоретически в процессе работы из-за накопления различных примесей гидравлическое сопротивление сорбента может возрастать до 0,4 кгс/см².

Высокотемпературные неорганические сорбенты могут применяться для очистки воды, в том числе радиоактивной, при температурах от 20 до 350°С при величине pH 5-9,5. При этом коэффициент очистки от наиболее часто встречающихся в воде загрязнений равен: от железа -2,0; меди - 1,5; солей жесткости -1,6; кремниевой кислоты - 1,4. Очистка воды происходит от веществ, находящихся в любом агрегатном состоянии: грубодисперсных, коллоидных и истинно растворенных.

При насыщении сорбента загрязнениями он может подвергаться взрыхляющей отмывке водой или водой с воздухом, а если этого недостаточно - химической регенерации. В качестве регенерирующих веществ могут использоваться щавелевая, азотная и оксиэтилендифосфорная кислоты.

Для осуществления операций по взрыхлению и отмывке сорбента непосредственно в корпусе ВТФ, а также для проведения дезактивации поверхностей оборудования системы СВО-1 и сорбента предусмотрен подвод воды собственных нужд, сжатого воздуха и дезактивирующих растворов. Для проведения операций дренирования система СВО-1 имеет дренажи со сбросом воды в теплообменник системы организованных протечек TY10W01 или ЕФМ СК.

Для осуществления операций по регенерации сорбента, а также для выгрузки сорбента при проведении ремонтных работ предусмотрен фильтр-контейнер TC00N01. Согласно проекта трубопроводы отвода сорбента в фильтр-контейнер смонтированы лишь частично, а само устройство для проведения гидровыгрузки сорбента (УГВС) при необходимости монтируется на фильтре и соединяется с существующим участком схемы при помощи гибких резиновых шлангов. На АЭС поставляется одно устройство для проведения гидровыгрузки сорбента (УГВС) в комплекте с четырьмя высокотемпературными фильтрами.

Конструкция оборудования системы СВО-1

В качестве составного элемента системы СВО-1 фильтр высокотемпературный механический АФМВТ-1,0-16,0 предназначен для очистки неохлаждаемого теплоносителя 1 контура от радиоактивных взвешенных продуктов коррозии.

Он представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд высокого давления с приваренными эллиптическими днищами. На верхнем днище приварена входная камера, предназначенная для подвода очищаемой воды и для ее равномерного распределения по сечению фильтра, а также для верхней выгрузки и загрузки сорбента. Верхняя камера сверху закрыта крышкой Ф 750 мм, которая уплотняется двумя медно-никелевыми прокладками с контролем протечек между ними. Через крышку входной камеры сверху проходит защитная труба УГВС, при эксплуатации закрытая заглушкой.

Вход очищаемой воды осуществляется через штуцер, расположенный на боковой поверхности входной камеры, далее она проходит по кольцевому зазору между защитной трубой УГВС и обечайкой входной камеры, на нижнем конце которой закреплен конический отбойник перфорированными отверстиями. Отбойник предназначен для распределения потока очищаемой воды по сечению фильтра.

Отвод очищенной воды осуществляется через нижнее распределительное устройство щелевого типа, предотвращающее выход фильтрующего материала за пределы фильтра, и состоящее из 49 щелевых колпачков, закрепленных на резьбе на тарелках коллектора. Щелевой колпачок представляет собой набор профилированных дисков, закрепленных на основании. Между дисками образуется зазор в виде кольцевой щели шириной 0,3 мм.

Внутри фильтра располагается слой высокотемпературного сорбента из титановой пористой крошки типа ТП-ВС-1 высотой 800 мм и объемом 0,7 м³. Для осуществления гидровыгрузки сорбента в фильтр вводится специальное устройство УГВС, позволяющее дистанционно производить гидровыгрузку сорбента в фильтр-контейнер TC00N01.

Труба, проходящая через входную камеру ВТФ, является опорой для установки устройства гидровыгрузки сорбента и его привода. На четыре высокотемпературных механических фильтра, входящих в состав СВО-1, предусматривается одно устройство УГВС. Оно может быть установлено на любом из четырех фильтров.

Корпус и все детали фильтра, соприкасающиеся с водой, выполнены из нержавеющей стали. Опоры фильтра изготовлены из углеродистой стали.

Рекомендации по проверке выполненного задания

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/Х)	Комментарий
Разработка функциональной схемы	Правильное содержание схемы		Схема соответствует заданию

			(исходной), без лишних элементов
Корректность схемотехнических связей	Соединения и логика - схематически правильны		Отсутствие ошибок в связках элементов
Соответствие наименования (обозначения и позиции) оборудования	Наименование оборудования на схеме указано верно и соответствует позиции согласно описанию.		Умение читать схему
Расчет диаметра трубопровода	Погрешность значения расчетного диаметра условного прохода по сравнению со спецификационным - не более 5%.		Правильный и полноценный ввод данных в САПР. Корректное моделирование гидравлического процесса
Оформление спецификации согласно стандартам	Условные обозначения, заполнение разделов соответствуют стандартам (в т.ч. ГОСТ 21.408-2013)		Правильный и полноценный ввод данных в САПР Проверка соответствия стандартам.
Использование изображений, символики и характеристик согласно стандартам.	Маркировка трубопроводов, арматуры, диаметра условного прохода трубопроводов соответствует стандартам.		Проверьте правильность символов и подписей
Логичность и наглядность всей схемы	Схема должна быть понятна и логически структурирована.		Визуальное удобство восприятия и правильного расположения элементов

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Характеристика педагогических работников						Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогичес кой деятельност и
	Фамилия, имя, отчество, должность	Образование (наименование образовательного учреждения, наименование специальности, программы обучения)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы				
				Всего	в т. ч. педагогической работы			
			всего		в т. ч. по указанному предмету, дисциплине, (модулю)			
1.	Стреляная Юлия Олеговна	Донбасская государственная машиностроительная академия, специальность «Металлорежущие станки и системы» (магистр)	Кандидат технически х наук	15 лет	15 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
2.	Тараховский Алексей Юрьевич	Севастопольский приборостроительный институт, специальность «Металлорежущие станки и инструменты» (специалист)	Кандидат технически х наук, доцент	28 лет	28 лет	21 год	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», зав.каф.	штатный сотрудник
3.	Перевай Татьяна Анатовна	Южно- Российский государственный технический университет, специальность «Технология машиностроения» (специалист)	Кандидат технически х наук	16 лет	16 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
4.	Браславский Юрий Валентинович	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, специальность «Автоматизированное управление технологическими процессами» (магистр)	Кандидат технически х наук, доцент	16 лет	16 лет	9 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Институт ядерной энергетики и промышленности, кафедра «Ядерных энергетических установок»	штатный сотрудник
5.	Сенег Алексей Леонидович	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет» (магистр)	—	6 лет	—	—	ООО «Севастопольэнерго», Программист 2 категории в отделе информационных технологий	Договор ГПХ

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Для проведения:

- лекционных занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения);
- практических занятий – компьютерные классы, специально оснащенные учебной мебелью аудитории;
- самостоятельной учебной работы слушателей: внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Перечень материально-технического обеспечения также включает в себя библиотеку (имеющую рабочие места для слушателей, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
12.	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02957-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490995	Электронный ресурс
13.	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02959-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490996	Электронный ресурс
14.	Бучельникова, Т. А. Основы 3D моделирования в программе Компас : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179203	Электронный ресурс

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
15.	Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки : руководство / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-679-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112931 .	Электронный ресурс
16.	Едчик, И. А. Физико-технические основы ядерной энергетики / И. А. Едчик. — Минск : Белорусская наука, 2017. — 176 с. — ISBN 978-985-08-2195-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/74093.html (дата обращения: 15.07.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Электронный ресурс
17.	Кирияченко В.А. Основы теории и проектирования ядерных энергетических установок атомных электрических станций [Текст] : учебник для вузов / В. А. Кирияченко [и др.] ; рук. авт. кол. С. Б. Тулуб, Рекоменд. МОН Украины. - Севастополь : СКУЭИП, 2011. - 480 с. : ил. - Библиогр.: с. 477 - 479. - ISBN 966-7717-01-1.	Электронный ресурс
18.	Браславский Ю. В. Основное оборудование и технологические системы реакторного отделения АЭС с ВВЭР-1000 (модификация В-320) [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Браславский, В. Ф. Дудаков. - Севастополь : СКУЭИП, 2012. - 200 с.	Электронный ресурс
19.	Матузаев К.Б. Ядерная энергетическая установка АЭС с ВВЭР-1000: оборудование, системы и элементы [Текст] : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / К. Б. Матузаев, Г. Я. Мерзликин, В. В. Шаповаленко. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2015. Ч. 1 : Основные компоненты реакторной установки. - 2015. - 152 с. : ил.	Электронный ресурс
20.	Чупрынин, С. А. Альбом технологических схем турбинного отделения ПТУ АЭС с турбиной К-1000-60/1500-2 : учеб. пособие / С. А. Чупрынин, Ю. В. Браславский. - Севастополь : СКУЭИП, 2011. - 69 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
21.	Вышнепольский, И. С. Техническое черчение : учебник для вузов / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08161-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488998	Электронный ресурс
22.	Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для вузов / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09496-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488724	Электронный ресурс

У.Ш.3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ 4.3

Электрические схемы и технологические схемы систем, обеспечивающие работу электрооборудования АЭС

1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа дисциплины «Технологические системы энергетических объектов» образовательной траектории 3 «Электрические схемы и технологические системы, обеспечивающие работу электрооборудования АЭС» (далее – рабочая программа) является частью дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки ИТ-профиля «Технологические системы энергетических объектов» и направлена на формирование продвинутого уровня компетенций: ПК 3 (ID 47) Понимает сложные чертежи, схемы, самостоятельно работает с технической документацией, выполняет простые чертежи и спецификации, разрабатывает проектную документацию с учетом требований нормативных актов и стандартов, анализирует и применяет нормативную базу (ГОСТ, СП, СНиП), оформляет техническую документацию в соответствии с требованиями, ПК 4 (ID 155) Применяет методы и инструменты САПР для 3D моделирования утвержденной формы. Самостоятельно разрабатывает САД-модели отдельных блоков и узлов, используя шаблоны и пресеты. Проводит первичную верификацию работы систем при помощи САД моделирования.

Освоение рабочей программы является инвариантной для ЦГ-3 обучающихся по Программе.

2. Структура и краткое содержание рабочей программы

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
1.	Тема 3.1 Атомные электрические станции (АЭС) и установки (ЯЭУ). Основные элементы и системы. Принципы работы. Организация производственного процесса на АЭС. Лекция 1(вводная). Состояние и перспективы развития атомной энергетики. Промышленная площадка АЭС. Главный корпус АЭС с ВВЭР-1000 Лекция 2. Идеальные и реальные циклы теплового двигателя. Принципиальная схема АЭУ. Организация выработки электроэнергии на АЭС. Лекция 3. Физический смысл регенерации тепла в цикле теплового двигателя и способы ее осуществления. Лекция 4. Ядерный реактор (ЯР). Устройство. Принцип его работы. Структура активной зоны ЯР. Лекция 5. Место паровой турбины в составе ЯЭУ АЭС. Устройство и принцип ее работы. Лекция 6. Генератор (турбогенератор) в составе ЯЭУ АЭС. Устройство и принцип его работы. Лекция 7. Насосы, трубопроводы и арматура АЭС. Классификация, основные параметры, принципы работы. Лекция 8. Общие положения по проектированию ЯЭУ АЭС. Формирование расчетной схемы рабочего контура. Лекция 9. Технологические измерения на АЭС.	18
2.	Тема 3.2. Реакторная установка В-320. Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D». Практическая работа 1. Главный циркуляционный контур и система компенсации давления.	10

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
	Практическая работа 2. Система подпитки продувки. Борное регулирование Практическая работа 3. Система организованных протечек и дренажей Практическая работа 4. Системы аварийного охлаждения зоны (САОЗ). Самостоятельная работа 1. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему системы дожигания водорода.	
3.	Тема 3.3. Паротурбинная установка с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D». Практическая работа 5. Функциональная схема рабочего контура с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Практическая работа 6. Система регенерации низкого давления. Практическая работа 7. Система защиты подогревателя высокого давления. Практическая работа 8. Система сброса пара в конденсатор. Самостоятельная работа 2. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему системы пароснабжения ТПН 1(2).	10
4.	Тема 3.4. Построение принципиальных электрических схем и систем, обеспечивающих работу турбогенератора ТВВ-1000-4У3 в САПР «Компас-3D». Практическая работа 9. Главная электрическая схема. Практическая работа 10. Принципиальная схема электроснабжения собственных нужд АЭС со связью между секциями переменного и постоянного напряжения: Практическая работа 11. Система охлаждения обмотки статора генератора. Практическая работа 12. Система газоохладителей генератора и воздухоохладителей возбуждателя и выпрямителя. Практическая работа 13. Принципиальная схема распределительных устройств потребителей 1 группы. Практическая работа 14. Принципиальная схема распределительных устройств потребителей 2 группы. Самостоятельная работа 3. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить принципиальную схему тиристорной системы самовозбуждения генератора (СТС). Самостоятельная работа 4. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить схему распределительных устройств потребителей 3 группы. Самостоятельная работа 5. Самостоятельно, используя полученные навыки, построить принципиальную схему диодной бесщеточной системы возбуждения генератора.	18
5.	Тема 3.5. Построение 3D модели: компоновка оборудования реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D». Практическая работа 15. Расположить парогенераторы ПГВ-1000М (4 шт.) с трубопроводами питательной воды Ду-400, пароотводящей системой и арматурой в границах реакторного отделения.	8

№ п/п	Содержание занятий	Объем часов
	Практическая работа 16. Расположить ядерный реактор, компенсатор давления, бак барботер с трубопроводами и арматурой в границах реакторного отделения. Практическая работа 17. Расположить конденсатные насосы 1 ступени (КЭН-1) и подогреватель низкого давления № 1 с трубопроводами и арматурой по питательной воде. Самостоятельная работа 5. Самостоятельно, используя полученные навыки, расположить подогреватель низкого давления № 1 и подогреватель низкого давления № 2 с трубопроводами и арматурой по питательной воде.	
6.	Тема 3.6. Оформление спецификации на системы, обеспечивающие работу турбогенератора ТВВ-1000-4УЗ в САПР «Компас-3D». Практическая работа № 18 Система маслоснабжения уплотнения вала генератора. Самостоятельная работа 7. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему охлаждения обмотки статора генератора. Самостоятельная работа 8. Самостоятельно, используя полученные навыки оформить спецификацию на систему газоохладителей генератора и воздухоохладителей возбуждателя и выпрямителя.	6
7.	Промежуточная аттестация в формате тестирования	2
	Всего часов	72

3. Учебно-тематический план рабочей программы

№ п/п	Наименование и краткое содержание структурного элемента (раздела) Программы	Количество часов			
		аудиторных		самостоятельной работы	
		всего, часов	практические занятия	всего, часов	практические занятия
1	Тема 3.1 Атомные электрические станции (АЭС) и установки (ЯЭУ). Основные элементы и системы. Принципы работы. Организация производственного процесса на АЭС.	18	0	0	0
2	Тема 3.2. Реакторная установка В-320. Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».	8	8	2	2
3	Тема 3.3. Паротурбинная установка с турбиной К-1000-60/1500 -2 (2М). Построение и расчет технологических схем в САПР «Компас-3D».	8	8	2	2
4	Тема 3.4. Построение принципиальных электрических схем и систем, обеспечивающих работу турбогенератора ТВВ-1000-4УЗ в САПР «Компас-3D».	12	12	6	6

5	Тема 3.5. Построение 3D модели: компоновка оборудования реакторного отделения и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D».	6	6	2	2
6	Тема 3.6. Оформление спецификации на технологические системы реакторного и турбинного цеха АЭС с ВВЭР-1000 в САПР «Компас-3D».	2	2	4	4
5	Промежуточная аттестация	2			
	Итого	72			

4. Контроль и оценка результатов освоения рабочей программы

Образовательная организация высшего образования, реализующая рабочую программу, обеспечивает организацию и проведение текущего и промежуточного контроля демонстрируемых обучающимися образовательных результатов.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе оценивания результатов практических работ и самостоятельной работы обучающихся. Промежуточный контроль проводится в форме тестирования. Формы и методы текущего и промежуточного контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и промежуточного контроля создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений запланированным образовательным результатам.

4.1. Примеры оценочных средств

Оценочными средствами для текущего контроля является электронное тестирование в ЭИОС СевГУ, опрос обучающихся при защите практических заданий и перечень заданий для выполнения

Типовые вопросы, выносимые на зачёт

1. Опишите структуру промышленной площадки АЭС.
2. В чем разница между идеальным и реальным циклом теплового двигателя?
3. Опишите принципиальную схему атомной энергетической установки (ЯЭУ).
4. Как организован процесс выработки электроэнергии на АЭС?
5. Перечислите основные способы осуществления регенерации тепла на АЭС.
6. Опишите устройство и принцип работы ядерного реактора (ЯР) ВВЭР-1000.
7. Опишите устройство и принцип работы турбогенератора в составе ЯЭУ АЭС.
8. Как формируется расчетная схема рабочего контура ЯЭУ?
9. Каковы основные цели и задачи технологических измерений на АЭС?
10. Дать определение: технологическая система.
11. Дать определение: проектная документация на технологическую систему.
12. Что в себя включает проектная документация на технологическую систему?
13. Что в себя включает текстовая часть проектной документации на технологическую систему?
14. Что в себя включает графическая часть проектной документации на технологическую систему?
15. Какие ИТ – технологии применяются при проектировании технологических систем.
16. Какой тип из графических документов не имеет элементов оформления?
17. Что такое вид? Для чего он нужен?
18. Как изменить масштаб вида и что происходит с объектами в этом виде?
19. Прикладная библиотека в системе КОМПАС-3D (далее по умолчанию) – это...
20. Для чего нужен Менеджер библиотек?

21. Как подключить панель инструментов прикладной библиотеки?
22. В какой библиотеке расположена Сетка координационных осей?
23. Укажите назначение Хот-точек.
24. Принцип работы команды Добавление координационной оси.
25. Принцип работы команды Удаление координационной оси.
26. Для чего предназначена опция Автосопряжение?
27. Для чего необходимо устанавливать оперативное обозначение оборудования технологических систем?
28. Каковы основные функции приложений «Схемы принципиальные» и «Компас-электрик»?
29. Какие виды проектной документации можно автоматизировать в программе?
30. Опишите общий порядок работы в приложениях «Схемы принципиальные» и «Компас-электрик».
31. Какие шаги включают предварительные настройки приложений «Схемы принципиальные» и «Компас-электрик»?
32. Как настроить и где разместить панель «Параметры» для эффективной работы в приложении «Схемы принципиальные» и «Компас-электрик»?
33. Что такое автопозиционирование и как его выполнить?
34. Какие интегрированные с «КОМПАС» инструменты автоматического расчёта параметров технологических систем доступны?
35. Какие шаги включают ручную расстановку оборудования при точечном методе?
36. Какие действия необходимы для размещения оборудования?
37. Как задать высотные отметки для оборудования?
38. Как создать модель 3-D компоновки оборудования и какие данные она содержит?
39. Чем отличаются групповое и индивидуальное подключение оборудования?
40. Как создаются и назначаются ответвительные коробки?
41. Как добавить пускорегулирующую и защитную аппаратуру к фидерам?
42. Как определить взаиморезервируемое оборудование и зачем это нужно?
43. Каким образом создаётся и размещается силовой трансформатор?
44. Как назначить и выбрать типы силовых или контрольных кабелей для связей?
45. Как прокладывать трассы кабелей на чертеже?
46. Какие есть средства проверки корректности прокладки трасс?
47. Какие электротехнические характеристики рассчитывает программа?
48. Какие автоматически выполняются проверки электротехнической модели?
49. Каковы типовые причины появления предупреждений и ошибок в проекте?
50. Как формируется однолинейная схема и техническая документация?
51. Как создать спецификации технологических систем?
52. Как сгенерировать отчёт по расчёту электрических нагрузок (РТМ)?
53. Какие типы кабельных журналов можно создавать и для чего они нужны?
54. Как настроить допустимые критерии проверок в программе?
55. Как осуществляется связь между объектами в электротехнической модели и на чертеже?
56. Можно ли автоматически исправлять найденные ошибки в проекте?
57. Какие дальнейшие действия следует выполнять после завершения всех проверок?

Типовой контроль по теме 3.4

Используя САПР «Компас-3D», приложения «Схемы принципиальные» и «Компас-электрик», а также образец в виде главной электрической схемы Балаковской АЭС построить главную электрическую схему Смоленской АЭС по описанию, указанному ниже.

Описание главной электрической схемы Смоленской АЭС

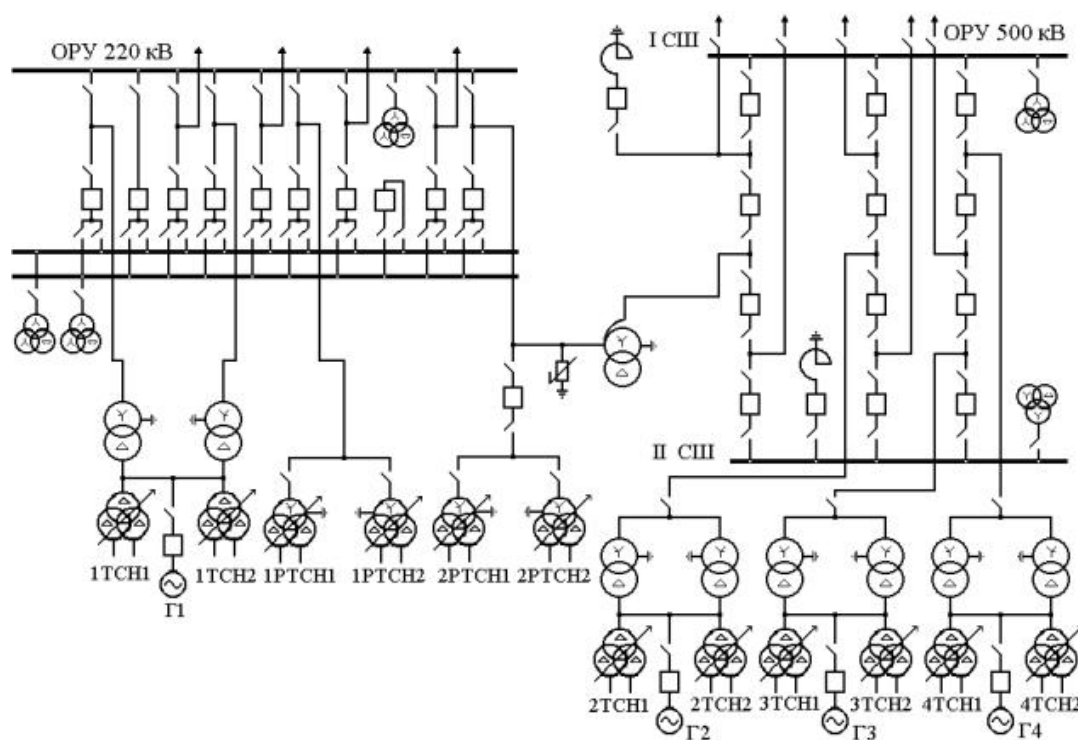
На станции установлено три энергоблока с реакторами РБМК-1000.

В состав двух из них, работающих на сеть напряжением 500 кВ, входят по два турбогенератора ТВВ-500-2УЗ каждый со своим повышающим трехфазным двухобмоточным трансформатором (каждый из блоков). Связь трансформаторов выполнена на стороне высшего напряжения с последующим единичным подключением к шинам распределительного устройства напряжением 500 кВ. Между генераторами и трансформаторами последовательно установлено два воздушных выключателя, между которыми подключены рабочие трансформаторы собственных нужд.

Третий блок, работающий на сеть напряжением 750 кВ, выполнен аналогично первым двум, за исключением того, что в качестве повышающего трансформатора используется группа однофазных трансформаторов с расщепленной обмоткой низшего напряжения.

ОРУ 500 и 750 кВ выполнены по схеме "3/2", электрическая связь между которыми осуществляется посредством двух автотрансформаторов. Кроме того, на станции имеется ОРУ 330 кВ, выполненное по схеме "трансформатор-шины", от которого осуществляется электроснабжение близлежащего района и резервное питание собственных нужд станции. Связь ОРУ 330 и 500 кВ также осуществляется посредством двух автотрансформаторов.

Главная электрическая схема Балаковской АЭС



Описание главной электрической схемы Балаковской АЭС

На станции установлено четыре блока с реакторами ВВЭР-1000 и турбогенераторами ТВВ-1000-4УЗ. Структурная схема блока включает в себя: генератор, генераторный выключатель нагрузки, два рабочих трансформатора собственных нужд и два блочных трансформатора мощностью 630 МВ А каждый. Выдача мощности АЭС осуществляется на двух повышенных напряжениях 220 и 500 кВ.

ОРУ 500 кВ выполнено по схеме "4/3" (четыре выключателя на три присоединения) с чередованием присоединений. Блочные трансформаторы боков 1, 2 и 3 включены параллельно и подключены к ОРУ 500 кВ как одно присоединение. Для компенсации реактивной мощности установлено два компенсирующих реактора, один из которых подключен к шинам первой секции, а второй к одной из отходящих линий электропередачи.

ОРУ 220 кВ выполнено по схеме две системы сборных шин с обходной системой шин. Два блочных трансформатора генератора №1 подключаются к ОРУ 220 кВ как два самостоятельных присоединения.

Рекомендации по проверке выполнения заданий

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/Х)	Комментарий
Разработка функциональной схемы	Правильное содержание схемы		Схема соответствует заданию, без лишних и недостающих элементов
Корректность схемотехнических связей	Соединения и логика - схематически правильны		Отсутствие ошибок в связках элементов
Соответствие наименования (обозначения) оборудования	Наименование оборудования на схеме указано верно, согласно описанию		Умение читать схему
Использование изображений, символики и характеристик согласно стандартам.	Маркировка электрооборудования и характеристик сети соответствует стандартам (в т.ч. ГОСТ 21.210-2014)		Корректность ввода данных в САПР. Проверка правильности символов, обозначений и характеристик согласно стандартам
Логичность и наглядность всей схемы	Схема должна быть понятна и логически структурирована.		Визуальное удобство восприятия и правильного расположения элементов

5. Образцы учебно-методических материалов для обучающихся и преподавателей

Обучение слушателей по программе профессиональной переподготовки заключается:

- в изучении всех тем и модулей программы на аудиторных занятиях, в электронном учебном курсе и по рекомендованной литературе под контролем преподавателя,
- в подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий по темам,
- в повторении теоретического и практического материалов при подготовке к зачётам;
- в выполнении итогового комплексного задания.

Методические пособия для студентов:

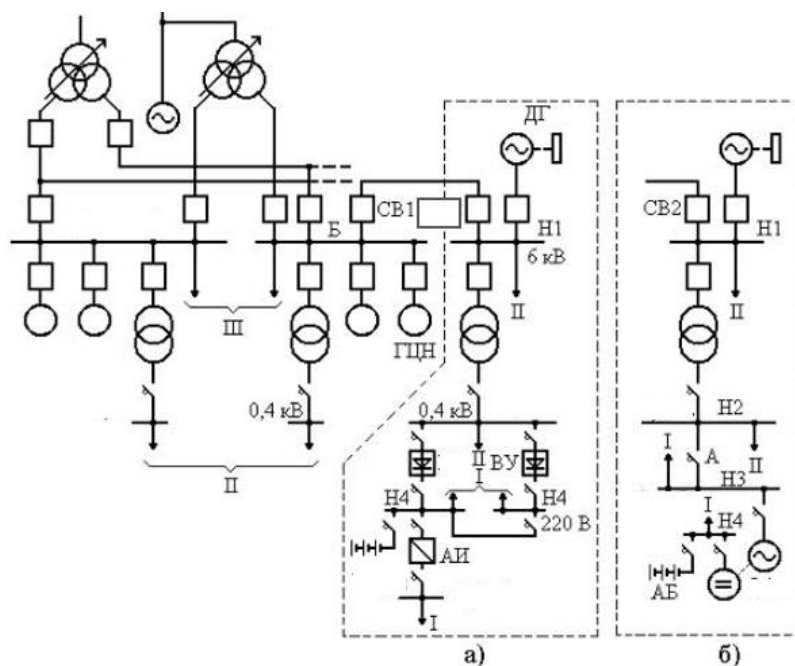
Практическая работа

Тема: Построение технологических и электрических схем в САПР «Компас-3D».

Цель: Изучение процесса построения технологических и электрических схем в САПР.

Задание: Используя приложение «Схемы принципиальные», «Компас-электрик» и исходные данные построить принципиальную схему электроснабжения собственных нужд АЭС со связью между секциями переменного и постоянного напряжения. Дополнительно нанести недостающие наименования оборудования (обозначений) и значения напряжений сети.

Исходные данные: принципиальная схема электроснабжения собственных нужд АЭС со связью между секциями переменного и постоянного напряжения. Описание схемы.



Описание схемы электроснабжения собственных нужд АЭС со связью между секциями переменного и постоянного напряжения.

- а) – через выпрямители и автоматический инвертор;
 б) – через обратимый агрегат.

I, II, III – потребители первой, второй и третьей групп; ДГ – дизель-генератор; ВУ – выпрямители; АИ – автоматический инвертор; ОА – обратимый агрегат; АБ – аккумуляторная батарея; А и Б – секции нормального питания; Н1, Н2, Н3, Н4 – секции питания потребителей второй и первой групп; СВ1 и СВ2 – секционные выключатели.

Для питания потребителей машинного зала АЭС и деаэрационной предусматривается четыре блочные секции 0,4 кВ. Резервное питание последних осуществляется от отдельного трансформатора соседнего блока, который обеспечивает запуск ответственных за сохранность оборудования и работу средств пожаротушения электродвигателей. При аварии надежное питание ответственных потребителей машинного зала и деаэрационной осуществляется от отдельного (четвертого) ДГ. Три масляных насоса системы уплотнения вала генератора питаются от трех систем надежного питания.

Потребители третьей группы питаются от рабочего трансформатора собственных нужд, подключенного к выводам генератора, и секций А и Б на 6 кВ, двигатели мощностью 200 кВт и выше – непосредственно от шин 6 кВ, а меньшей мощности – от понижающих трансформаторов 6/0,4 кВ. Резервное питание секций А и Б осуществляется от резервного трансформатора собственных нужд.

Потребители второй группы питаются при последовательно включенных выключателях СВ1 и СВ2 от секции Н1 и понижающего трансформатора 0,4 кВ секции Н2. При аварии секция Н1 отделяется от секции Б выключателями СВ1 и СВ2. Надежность отделения обеспечивается при отказе даже одного из выключателей. В этом случае устройство АВР подключает к секции Н1 автономный источник – ДГ, который в течение двух минут принимает нагрузку потребителей на себя. Подключение потребителей к ДГ осуществляется автоматически ступенчато, так как суммарная пусковая мощность двигателей этой группы потребителей значительно превышает мощность ДГ.

Ступенчатый пуск осуществляется таким образом, чтобы активная и реактивная мощности запускаемых электродвигателей не превышали мощности ДГ. При этом наблюдаются колебания напряжения, тока и частоты в системе надежного питания. Поэтому предполагается частотный пуск, при котором напряжение ДГ регулируется автоматически, пропорционально средней частоте вращения группы двигателей, и процесс пуска стабилизируется и становится более устойчивым. Во время эксплуатации один из ДГ может

быть выведен в ремонт, тогда запускают два других ДГ и подключают их к шинам надежного питания второй группы потребителей других секций. При выходе из строя на одном блоке двух ДГ блок останавливают.

Потребители первой группы подключаются к секциям надежного питания НЗ и Н4 напряжением 0,4 кВ переменного тока и 220 В – постоянного тока. Автономным источником для этих потребителей является постоянно включенная АБ.

В нормальном режиме потребители первой группы получают электроснабжение от шин надежного питания Н2 через ВУ и АИ. Связь между секциями надежного питания переменного и постоянного напряжений может быть осуществлена обратимым агрегатом, который состоит из машины постоянного тока и синхронной машины, находящихся на одном валу.

Обратимый агрегат работает в режиме "синхронный двигатель – генератор постоянного тока" и является подзарядным агрегатом АБ так же как и ВУ в схеме, показанной на рис. 6.1а. При исчезновении напряжения переменного тока на секции Н2 синхронный двигатель – генератор постоянного тока автоматически отделяется от секции НЗ, и обратимый агрегат переходит в режим "двигатель постоянного тока – синхронный генератор", обеспечивая питание потребителей первой группы на переменном напряжении от АБ.

Питающий трансформатор, выпрямитель и автоматический инвертор в комплекте с аккумуляторной батареей составляют агрегат бесперебойного питания. На реакторном блоке устанавливают пять комплектов агрегатов бесперебойного питания: три – для трех систем безопасности и по одному – для питания общецлочной нагрузки и нагрузки информационно-вычислительного комплекса. Все агрегаты бесперебойного питания работают отдельно и не имеют взаимного резервирования, а относящиеся к системе безопасности имеют различные шины двигательной нагрузки и нагрузки управления с целью исключения влияния двигателей на систему управления.

Электроснабжение электродвигателей ГЦН (04 шт.) с большими маховыми массами осуществляется от секций А и Б (6 кВ), как и потребителей третьей группы.

Рекомендации по проверке выполнения заданий

Критерий	Проверяемый элемент	Оценка (✓/Х)	Комментарий
Разработка функциональной схемы	Правильное содержание схемы		Схема соответствует заданию, без лишних и недостающих элементов
Корректность схемотехнических связей	Соединения и логика - схематически правильны		Отсутствие ошибок в связках элементов
Соответствие наименования (обозначения) оборудования	Наименование оборудования на схеме указано верно, согласно описанию		Умение читать схему
Использование изображений, символики и характеристик согласно стандартам.	Маркировка электрооборудования и характеристик сети соответствует стандартам (в т.ч. ГОСТ 21.210-2014)		Корректность ввода данных в САПР.
Логичность и наглядность всей схемы	Схема должна быть понятна и логически структурирована.		Визуальное удобство восприятия и правильного расположения элементов

6. Кадровое обеспечение образовательного процесса

№ п/п	Характеристика педагогических работников						Основное место работы, должность	Условия привлечения к педагогичес кой деятельност и
	Фамилия, имя, отчество, должность	Образование (наименование образовательного учреждения, наименование специальности, программы обучения)	Ученая степень, ученое (почетное) звание	Стаж работы				
				Всего	в т. ч. педагогической работы			
					всего	в т. ч. по указанному предмету, дисциплине, (модулю)		
1.	Стреляная Юлия Олеговна	Донбасская государственная машиностроительная академия, специальность «Металлорежущие станки и системы» (магистр)	Кандидат технически х наук	15 лет	15 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
2.	Тараховский Алексей Юрьевич	Севастопольский приборостроительный институт, специальность «Металлорежущие станки и инструменты» (специалист)	Кандидат технически х наук, доцент	28 лет	28 лет	21 год	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», зав.каф.	штатный сотрудник
3.	Перевай Татьяна Анатольевна	Южно- Российский государственный технический университет, специальность «Технология машиностроения» (специалист)	Кандидат технически х наук	16 лет	16 лет	6 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Политехнический институт, кафедра «Цифровое проектирование», доцент	штатный сотрудник
4.	Браславский Юрий Валентинович	Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности, специальность «Автоматизированное управление технологическими процессами» (магистр)	Кандидат технически х наук, доцент	16 лет	16 лет	9 лет	ФГАОУ ВО СевГУ, Институт ядерной энергетики и промышленности, кафедра «Ядерных энергетических установок»	штатный сотрудник
5.	Сенег Алексей Леонидович	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет» (магистр)	—	6 лет	—	—	ООО «Севастопольэнерго», Программист 2 категории в отделе информационных технологий	Договор ГПХ

7. Материально-техническое обеспечение реализации рабочей программы

Для проведения:

- лекционных занятий имеются аудитории, оснащенные современным оборудованием (компьютером, мультимедийным проектором для презентаций, экраном, доской, средствами звуковоспроизведения);
- практических занятий – компьютерные классы, специально оснащенные учебной мебелью аудитории;
- самостоятельной учебной работы слушателей: внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Перечень материально-технического обеспечения также включает в себя библиотеку (имеющую рабочие места для слушателей, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет).

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

8. Информационное обеспечение реализации рабочей программы

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1.	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02957-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490995	Электронный ресурс
2.	Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02959-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/490996	Электронный ресурс

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
3.	Бучельникова, Т. А. Основы 3D моделирования в программе Компас : учебно-методическое пособие / Т. А. Бучельникова. — Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2021. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179203	Электронный ресурс
4.	Зиновьев, Д. В. Основы проектирования в КОМПАС-3D v17. Практическое руководство по освоению программы КОМПАС-3D v17 в кратчайшие сроки : руководство / Д. В. Зиновьев ; под редакцией М. И. Азанова. — 2-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-97060-679-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/112931 .	Электронный ресурс
5.	Едчик, И. А. Физико-технические основы ядерной энергетики / И. А. Едчик. — Минск : Белорусская наука, 2017. — 176 с. — ISBN 978-985-08-2195-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/74093.html (дата обращения: 15.07.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	Электронный ресурс
6.	Кирияченко В.А. Основы теории и проектирования ядерных энергетических установок атомных электрических станций [Текст] : учебник для вузов / В. А. Кирияченко [и др.] ; рук. авт. кол. С. Б. Тулуб, Рекоменд. МОН Украины. - Севастополь : СКУЭЭиП, 2011. - 480 с. : ил. - Библиогр.: с. 477 - 479. - ISBN 966-7717-01-1.	Электронный ресурс
7.	Браславский Ю. В. Основное оборудование и технологические системы реакторного отделения АЭС с ВВЭР-1000 (модификация В-320) [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Браславский, В. Ф. Дудаков. - Севастополь : СКУЭЭиП, 2012. - 200 с.	Электронный ресурс
8.	Матузаев К.Б. Ядерная энергетическая установка АЭС с ВВЭР-1000: оборудование, системы и элементы [Текст] : учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения по специальности 14.05.02 "Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг" / К. Б. Матузаев, Г. Я. Мерзликин, В. В. Шаповаленко. - Севастополь : Издательство Севастопольского государственного университета, 2015. Ч. 1 : Основные компоненты реакторной установки. - 2015. - 152 с. : ил.	Электронный ресурс
9.	Чупрынин, С. А. Альбом технологических схем турбинного отделения ПТУ АЭС с турбиной К-1000-60/1500-2 : учеб. пособие / С. А. Чупрынин, Ю. В. Браславский. - Севастополь : СКУЭЭиП, 2011. - 69 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
10.	Вышнепольский, И. С. Техническое черчение : учебник для вузов / И. С. Вышнепольский. — 10-е изд., перераб. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08161-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488998	Электронный ресурс
11.	Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение : учебник для вузов / В. С. Левицкий. — 9-е изд., испр. И доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09496-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/488724	Электронный ресурс

V.IV ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА (Учебная/ Проектно-технологическая практика) «Разработка технологической системы»

Цели практической деятельности обучающихся:

- Формирование умений применять знания и навыки, полученные при освоении теоретических и практических дисциплин программы, для решения комплексных инженерных задач в проектировании технологических систем
- Отработка навыков самостоятельной разработки цифровой модели технологической системы с использованием специализированного программного обеспечения и стандартов.
- Совершенствование компетенций проектной деятельности, включая сбор исходных данных, расчетные процедуры, выбор оборудования и подготовку проектной документации.

Задачи практической деятельности:

- Анализ исходных технических данных и формирование комплекта вводной информации для проектирования технологических систем.
- Самостоятельная разработка участка или упрощенной схемы технологической системы с учетом стандартов оформления проектной документации.
- Выполнение инженерных расчетов (выбор оборудования, расчет нагрузок, характеристик трубопроводов) с использованием алгоритмов, например, на языке Python и в соответствующих приложениях САПР.
- Построение электрических схем в САПР.
- Оформление итоговой проектной документации с соблюдением требований нормативных документов.
- Применение принципов информационной безопасности при работе с цифровыми моделями и проектной документацией.

Критерии оценки результатов практической деятельности обучающихся

Оценка осуществляется по многим параметрам с использованием 100-балльной шкалы, с последующим переводом в буквенную (ECTS) и национальную системы:

Критерий	Максимальная оценка, баллы	Основные параметры оценки
Точность и полнота выполнения проектных расчетов, соответствие расчетов исходным данным	до 30	Корректность расчетов характеристик трубопроводов, выбора оборудования и материалов
Качество построения информационной модели технологических систем и электрических схем	до 20	Соответствие структуре объекта, правильное построение 2D/3D-схем, наличие всех ключевых компонентов
Оформление проектной документации в соответствии с нормативными требованиями	до 20	Выполнение спецификаций, ведомостей, схем, коммуникаций в соответствии с ГОСТ, правилами моделирования
Обоснование принятых инженерных решений, самостоятельность	до 10	Объяснение выбора решений, алгоритмов, оборудования; самостоятельность при проведении работ и оформлении материалов

Критерий	Максимальная оценка, баллы	Основные параметры оценки
Применение современных инструментов и средств автоматизации	до 10	Использование специализированного ПО, автоматизация расчетов средствами Python или САПР
Соблюдение принципов информационной безопасности при работе с проектом и документацией	до 5	Защита информации, правильное управление доступом, использование актуальных алгоритмов и стандартов ИВ
Защита и презентация результатов, умение отвечать на вопросы комиссии	до 5	Аргументированное изложение подходов, грамотная защита результата, четкие и логичные ответы
ИТОГО	100	

Результаты:

- «Отлично», «А»: 90–100 баллов — глубокое понимание, самостоятельность, отсутствие ошибок, все критерии выполнены.
- «Хорошо», «В–С»: 74–89 баллов — хорошая степень самостоятельности, незначительные недочеты.
- «Удовлетворительно», «D–E»: 60–73 балла — задача выполнена, но с недостатками.
- «Неудовлетворительно», «F–FX»: ниже 60 баллов — принципиальные ошибки, не достигнута цель практики.

Перечень материально-технического обеспечения.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Компьютерный класс Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430 (15 рабочих мест) ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19 (15 рабочих мест)	Практические занятия, тестирование, итоговый экзамен (15 мест слушателей)	Компьютеры, обучающие тренажеры в ЭИОС СевГУ (Moodle), программное обеспечение: Компас-График, Компас 3D, Microsoft Windows Professional 7/8.1/10; Microsoft Office 2010/2013/2016; Kaspersky Endpoint Security 10/11; ABBYY FineReader 12 Corporate Concurrent; Acrobat Professional DC (perpetual) 2015 Rus; WinRAR 5.0

VI. Аттестация по Программе

После завершения обучения по Программе обучающиеся допускаются к итоговой аттестации.

Итоговая аттестация обучающихся осуществляется в форме демонстрационного экзамена по стандартам чемпионата профессионального мастерства государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» - AtomSkills.

Для обеспечения организации и проведения итоговой аттестации разработано положение об итоговой аттестации (приложение 1), регулирующее требования к выполнению, оформлению и оцениванию работ, заданий, условия проведения итоговой аттестации, требования к составу аттестационной комиссии.

Итоговая аттестация проводится с участием представителей профильных индустриальных партнёров в форме демонстрационного экзамена и предусматривает выполнение обучающимся профессиональных задач и оценку результатов и/или процесса выполнения – проверку сформированности в рамках Программы цифровых компетенций. Состав комиссии, практические задания и требования к выполнению разрабатывается и актуализируется при участии индустриальных партнеров.

VI.1 Темы и задания для демонстрационного экзамена

1. Анализ исходных технических данных для проектирования технологических систем.
2. Сбор и компиляция исходных данных для создания элементов технологических систем.
3. Формирование комплектов вводной информации для моделирования физических процессов в технологических системах.
4. Выбор программного обеспечения для разработки цифровой модели технологической системы.
5. Исследование требований нормативных документов (ГОСТ, СП) к проектированию.
6. Основы построения информационной модели технологической системы.
7. Принципы создания 3D модели: пространственная компоновка оборудования технологической системы.
8. Моделирование основных компонентов технологических систем.
9. Формирование баз данных (библиотек) по технологическим системам.
10. Выбор и размещение оборудования технологической системы.
11. Трассировка кабелей и прокладка электросетей в модели.
12. Принципы учета уровней допуска и зон ответственности при проектировании.
13. Выполнение инженерных расчетов (гидравлических и тепловых характеристик).
14. Использование алгоритмов и скриптов (например, Python) для автоматизации расчетов.
15. Проверка правильности и полноты расчетов.
16. Инструменты и подходы к актуализации модели при изменениях данных.
17. Оформление спецификаций и ведомостей в соответствии с нормативами.
18. Подготовка проектной документации для согласования и внедрения.
19. Организация системы хранения и версионирования цифровой модели.
20. Обеспечение информационной безопасности при работе с цифровой моделью.
21. Методы защиты данных и работы с электронными подписями.
22. Учет требований по защите персональных данных и коммерческой тайны.
23. Контроль качества цифровой модели и проектной документации.
24. Подготовка презентационных материалов и демонстрация результатов.
25. Ответы на вопросы экспертов и заказчика по проектной модели.
26. Анализ рисков и предупреждение ошибок в проектировании систем электроснабжения.
27. Применение современных стандартов и рекомендаций в области ИБ.

28. Синхронизация проектных данных с существующими системами предприятия.
29. Взаимодействие с другими инженерными системами объекта.
30. Оптимизация проектной модели по стоимости и техническим параметрам.
31. Методы тестирования и валидации модели с использованием программного обеспечения.

Типовое задание на итоговую аттестацию для ЦГ-1

1. Используя инструменты САПР «КОМПАС-3D»: «KompasFlow», приложение «Схемы принципиальные» и исходные данные построить технологическую схему системы главных паропроводов ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2 с указанием отсутствующего оборудования (позиция указана штрихпунктирной стрелкой и рамкой красного цвета), а также характеристик трубопроводов (материал, диаметр условного прохода (Ду), толщина стенок). Оформить спецификацию на систему. Указать назначение отсутствующего оборудования.

2. Используя САПР «КОМПАС-3D»: приложение «трубопроводы» построить 3D-модель: пространственная схема расположения главных паропроводов в границах реакторного отделения.

Исходные данные по системе главных паропроводов ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2:

- технологическая схема системы;
- пространственная схема главного паропровода.
- описание системы главных паропроводов.

Описание системы

Назначение системы.

Система главных паропроводов предназначена для:

- транспортирования пара от парогенераторов к цилиндру высокого давления турбины и рассчитана на суммарный пропуск 6430 тонн пара в час;
- расхолаживания реакторной установки путем отвода пара из парогенераторов через быстродействующую редукционную установку сброса пара в конденсаторы турбогенератора;
- дорасхолаживания реакторной установки через быстродействующую редукционную установку поддержания давления пара в коллекторе собственных нужд или технологический конденсатор.

Состав системы.

Для выполнения возложенных на неё функций система главных паропроводов оснащена оборудованием, объединённым технологическими связями в единую систему, включающую в себя:

- магистральные паропроводы острого пара которые оснащены: постоянно-действующими дренажами; пусковыми дренажами; воздушниками;
- индикаторами тепловых перемещений.
- кольцевой главный паровой коллектор (ГПК) на котором установлены: быстродействующие редукционные установки (БРУ-СН); быстродействующие редукционные установки сброса пара в конденсатор (БРУ-К);
- главные паровые задвижки (ГПЗ) с байпасными паропроводами;
- стопорно – регулирующий клапан на паровпуске ЦВД.

Описание технологической схемы.

Принципиальная схема главных паропроводов представлена на рис.1

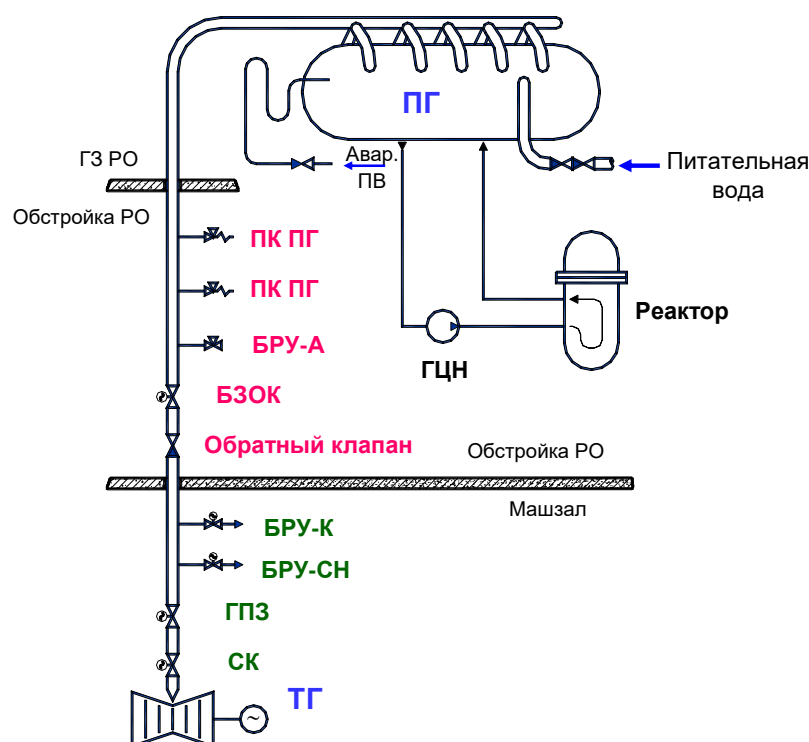


Рис.1 Принципиальная схема главных паропроводов

Систему составляют четыре параллельных магистральных паропровода острого пара и кольцевой главный паровой контур (ГПК).

Магистральные паропроводы острого пара выполнены из бесшовных труб диаметром 630х25 из стали 16ГС и предназначены для соединения парогенераторов РУ со стопорно-регулирующими клапанами (СРК) турбины. На каждом из этих четырех паропроводов в обстройке реакторного отделения в помещении А-820 от парогенераторов до турбинного отделения последовательно установлены: предохранительные клапаны (ПК), БРУ-А, БЗОК и обратные клапаны, описание которых находится в учебной документации РО УТЦ.

На входе в машзал из каждого паропровода выполнено по одному ответвлению для образования главного парового коллектора.

Кольцевой главный паровой коллектор находится в турбинном отделении и состоит из четырёх ответвлений от паропроводов свежего пара и двух коллекторов диаметром 530х28 мм из стали 15 ГС. Два коллектора диаметром 530х28 мм соединены между собой по краям двумя перемычками диаметром 219х13 мм и четырьмя перемычками диаметром 325х10 мм из стали 20.

На главном паровом коллекторе на двух крайних перемычках установлены быстродействующие редукционные установки (БРУ-СН), а на четырёх средних перемычках – быстродействующие редукционные установки сброса пара в конденсатор (БРУ-К).

БРУ-СН (RQ11S01, RQ 12 S01) - предназначены для подачи пара в КСН и поддержании его в коллекторе на уровне 10 ± 5 кгс/см². БРУ-СН также применяется для отвода тепловыделений при расхолаживании или дорасхолаживании реакторной установки. В системе установлено два БРУ-СН производительностью по 400 т/час. Время открытия (закрытия) БРУ-СН электроприводом - 10 секунд.

БРУ-К RC11S01,S02, RC12S01,S02 предназначены для поддержания давления пара в паропроводах: при пусках энергоблоков, в переходных режимах. Два паропровода острого пара, которые подводятся к цилиндру высокого давления (ЦВД) с левой стороны и два паропровода острого пара, которые подводятся к цилиндру высокого давления с правой стороны попарно за ГПЗ объединены перемычками. боты энергоблоков и для расхолаживания РУ. В системе установлено 4-е БРУ-К производительностью по 900 т/час. Время открытия (закрытия) БРУ-К электроприводом - 15 секунд.

Участки до ГПЗ первого и четвертого паропроводов объединены перемычками после ГПЗ байпасными паропроводами диаметром 159х9 мм. На этих байпасных паропроводах установлены запорные задвижки и регулирующие клапаны.

Стопорно-регулирующий клапан устанавливается на паровпуске ЦВД. Он предназначен для дросселирования пара, подаваемого в турбину. Закрытие СК перекрывает также поступление острого пара на обогрев 2-ой ступени СПП.

Влияние системы паропроводов острого пара на безопасность эксплуатации энергоблока

Система паропроводов острого пара от границ РО до СК ТГ (сварной стык СК), со всеми ответвлениями Ду>80 мм до первой запорной арматуры включительно. относится к категории систем нормальной эксплуатации, важной для безопасности, 3-кл, гр. С, I, ЗН.

Система паропроводов острого пара оказывает существенное влияние на безопасность энергоблока, так как она обеспечивает подачу пара от парогенераторов к турбоустановке. Нарушения в работе любого вспомогательного элемента системы паропроводов острого пара, как правило, является исходным событием отклонений от режима нормальной эксплуатации оборудования технологических систем энергоблока.

Размещение системы паропроводов свежего пара

Система паропроводов свежего пара, расположена между рядами А, Б, в пределах осей №1-4 машзала, от отметки +5,6м до отметки +24.0м в границах от проходок РО до ГПЗ.

Паропроводы свежего пара входят в турбинное отделение через стену обстройки РО на отметке 31.3м. На отметке 21.3м трубопроводами Ду500 они соединены с двумя паровыми коллекторами. В свою очередь, оба паровых коллектора объединены четырьмя трубопроводами Ду300, на которых на отметке 25.1м установлены четыре БРУ-К, и двумя трубопроводами Ду200, на которых на отметке 25.1м установлены два БРУ-СН.

В машзале турбинного отделения паропроводы свежего пара опускаются у стенки под площадку обслуживания оборудования, расположенного на отметке 11,0 м и под этой отметкой направляются к ГПЗ и СРК турбины.

Паропроводы Ду800 на выходе из БРУ-К RC11S01 и RC11S02, RC12S01 и RC12S02 попарно объединяются в паропровод Ду1000 по которым пар после RC11S01 и RC11S02 направляется к шести приёмно-сбросным устройствам конденсатора по ряду Б, а после RC12S01 и RC12S02 - к шести приёмно-сбросным устройствам конденсатора по ряду А на отметке 13,0 м.

Индикаторы тепловых перемещений (ИТП) установлены: на отметке 15.00 – 4 штуки, на отметке 11,7 м.-4 штуки (в районе ПВД), перед ГПЗ – 4 штуки.

Взаимодействие системы паропроводов острого пара с другими системами энергоблока

Система паропроводов острого пара граничит с системами турбинного отделения:

- системой дренажей машзала RT10S31,S32 (бл.№6), RT10S33(бл.№3,4), RT10S41,S42 (бл.№1,2);
- вакуумной системой RT10S01, RT10S02;
- коллектором собственных нужд RT10S11, RT10S12,RQ11S01, RQ12S01;
- системой основного конденсата RC23S01;

- системой гидравлических испытаний UR53S03;
- системой отбора проб машзала.

Система дренажей машзала осуществляет приём дренажей при прогреве паропроводов и выводе в ремонт.

При работе реакторной установки на мощности пар, выработанный в ПГ, направляется в проточную часть турбины, или в конденсатор турбины через БРУ-К в случаях неработоспособности турбины.

БРУ- СН (RQ11S01, RQ 12 S01) - предназначены для подачи пара в КСН и поддержании его в коллекторе на уровне 10 ± 5 кгс/см². БРУ-СН также применяется для отвода тепловыделений в КСН при расхолаживании или дорасхолаживании реакторной установки.

В состав системы входят также трубопроводы подачи конденсата на пароприемное устройство для сброса дренажей в конденсатор.

Система гидравлических испытаний предназначена для проведения гидравлических испытаний главных паропроводов от быстрозапорных отсечных клапанов (БЗОК) TX50,60,70,80S06 до СРК (SE11,12,13,14S01).

Система химического контроля главных паропроводов предназначена для получения оперативной информации о состоянии водно-химического режима.

Размещение системы паропроводов свежего пара.

Система паропроводов свежего пара, расположена между рядами А, Б, в пределах осей №1-4 машзала, от отметки +5,6м до отметки +24.0м в границах от проходок РО до ГПЗ.

Паропроводы свежего пара входят в турбинное отделение через стену обстройки РО на отметке 31.3м. На отметке 21.3м трубопроводами Ду500 они соединены с двумя паровыми коллекторами. В свою очередь, оба паровых коллектора объединены четырьмя трубопроводами Ду300, на которых на отметке 25.1м установлены четыре БРУ-К, и двумя трубопроводами Ду200, на которых на отметке 25.1м установлены два БРУ-СН.

В машзале турбинного отделения паропроводы свежего пара опускаются у стенки под площадку обслуживания оборудования, расположенного на отметке 11,0 м и под этой отметкой направляются к ГПЗ и СРК турбины.

Паропроводы Ду800 на выходе из БРУ-К RC11S01 и RC11S02, RC12S01 и RC12S02 по-парно объединяются в паропровод Ду1000 по которым пар после RC11S01 и RC11S02 направляется к шести приёмно-сбросным устройствам конденсатора по ряду Б, а после RC12S01 и RC12S02 - к шести приёмно-сбросным устройствам конденсатора по ряду А на отметке 13,0 м.

Индикаторы тепловых перемещений (ИТП) установлены: на отметке 15.00 – 4 штуки, на отметке 11,7 м.-4 штуки (в районе ПВД), перед ГПЗ – 4 штуки.

Взаимодействие системы паропроводов острого пара с другими системами энергоблока.

Система паропроводов острого пара граничит с системами турбинного отделения:

- системой дренажей машзала RT10S31,S32 (бл.№6), RT10S33(бл.№3,4), RT10S41,S42 (бл.№1,2);
- вакуумной системой RT10S01, RT10S02;
- коллектором собственных нужд RT10S11, RT10S12,RQ11S01, RQ12S01;
- системой основного конденсата RC23S01;
- системой гидравлических испытаний UR53S03;
- системой отбора проб машзала.

Система дренажей машзала осуществляет приём дренажей при прогреве паропроводов и выводе в ремонт.

При работе реакторной установки на мощности пар, выработанный в ПГ, направляется в проточную часть турбины, или в конденсатор турбины через БРУ-К в случаях неработоспособности турбины.

БРУ-СН (RQ11S01, RQ 12 S01) - предназначены для подачи пара в КСН и поддержании его в коллекторе на уровне 10 ± 5 кгс/см². БРУ-СН также применяется для отвода тепловыделений в КСН при расхолаживании или дорасхолаживании реакторной установки.

В состав системы входят также трубопроводы подачи конденсата на пароприемное устройство для сброса дренажей в конденсатор.

Система гидравлических испытаний предназначена для проведения гидравлических испытаний главных паропроводов от быстрозапорных отсечных клапанов (БЗОК) TX50,60,70,80S06 до СРК (SE11,12,13,14S01).

Основные компоненты системы.

Главные паровые задвижки (ГПЗ) и их байпасные паропроводы

Схема расположения главных паровых задвижек и их байпасных паропроводов показана на рис.2.

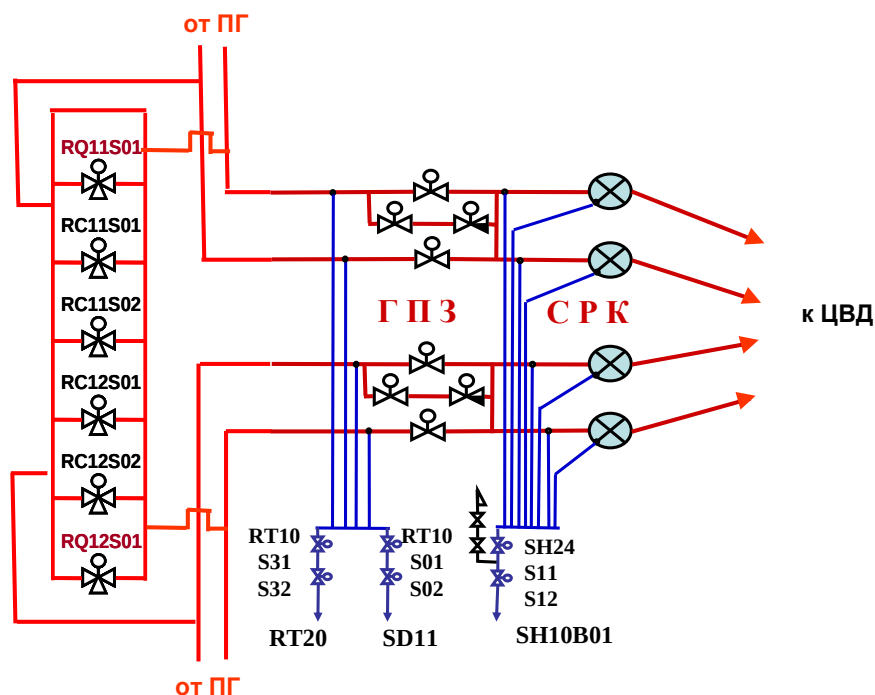


Рис. 2 Схема расположения главных паровых задвижек и их байпасных паропроводов.

Назначение главных паровых задвижек.

ГПЗ (RA11S01, RA12S01, RA13S01, RA14S01) предназначены для полного перекрытия пара от парогенераторов к турбине.

Регуляторы предтолчкового прогрева (РПП) паропроводов свежего пара предназначены для регулирования скорости прогрева паропроводов за ГПЗ и корпусов СРК при пуске турбины из различных тепловых состояний воздействием на регулирующие клапаны RA11S03, RA14S03 на байпасах ГПЗ.

Постоянно действующие, пусковые дренажи и воздушники системы.

Постоянно действующие и пусковые дренажи предназначены для прогрева паропроводов свежего пара и удаления из них влаги в процессе пуска, останова и нормальной эксплуатации энергоблока. Схема расположения постоянно действующих и пусковых дренажей ЦВД приведена на рисунках 5,6.

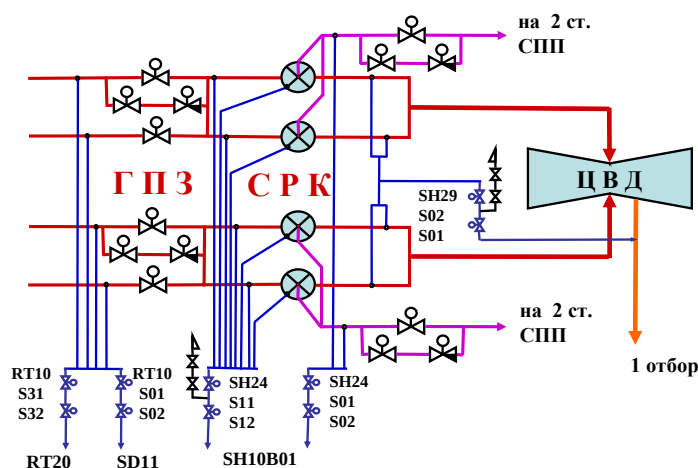


Рис. 5 Схема расположения постоянно действующих и пусковых дренажей ЦВД бл. 1,2,5,6.

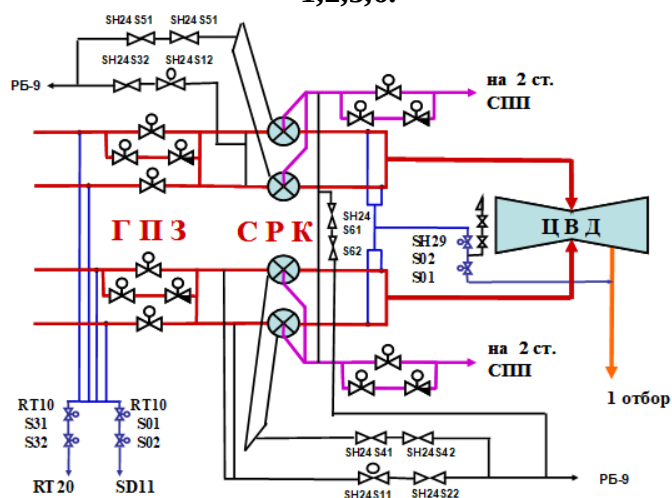


Рис. 6 Схема расположения постоянно действующих и пусковых дренажей ЦВД бл. 3,4.

Стопорно-регулирующий клапан.

Стопорно-регулирующий клапан предназначен для дросселирования пара, подаваемого в турбину, и для быстрого перекрытия поступления пара в случае срабатывания защит, либо воздействия оператора. Закрытие СК перекрывает также поступление острого пара на обогрев 2-ой ступени СПП.

Опорно-подвесная система.

Для крепления паропроводов и ГПК применена опорно-подвесная система, которая со-стоит из неподвижных опор, направляющих опор, пружинных опор и пружинных подвесок.

В качестве неподвижных опор использованы 4 опоры, установленные на паропроводах свежего пара за обстройкой реакторного отделения (по одной на нитку); и 6 неподвижных опор для крепления корпусов БРУ-К (RC11S01,S02,RC12S01,S02) и БРУ-СН (RQ11S01,RQ12S01).

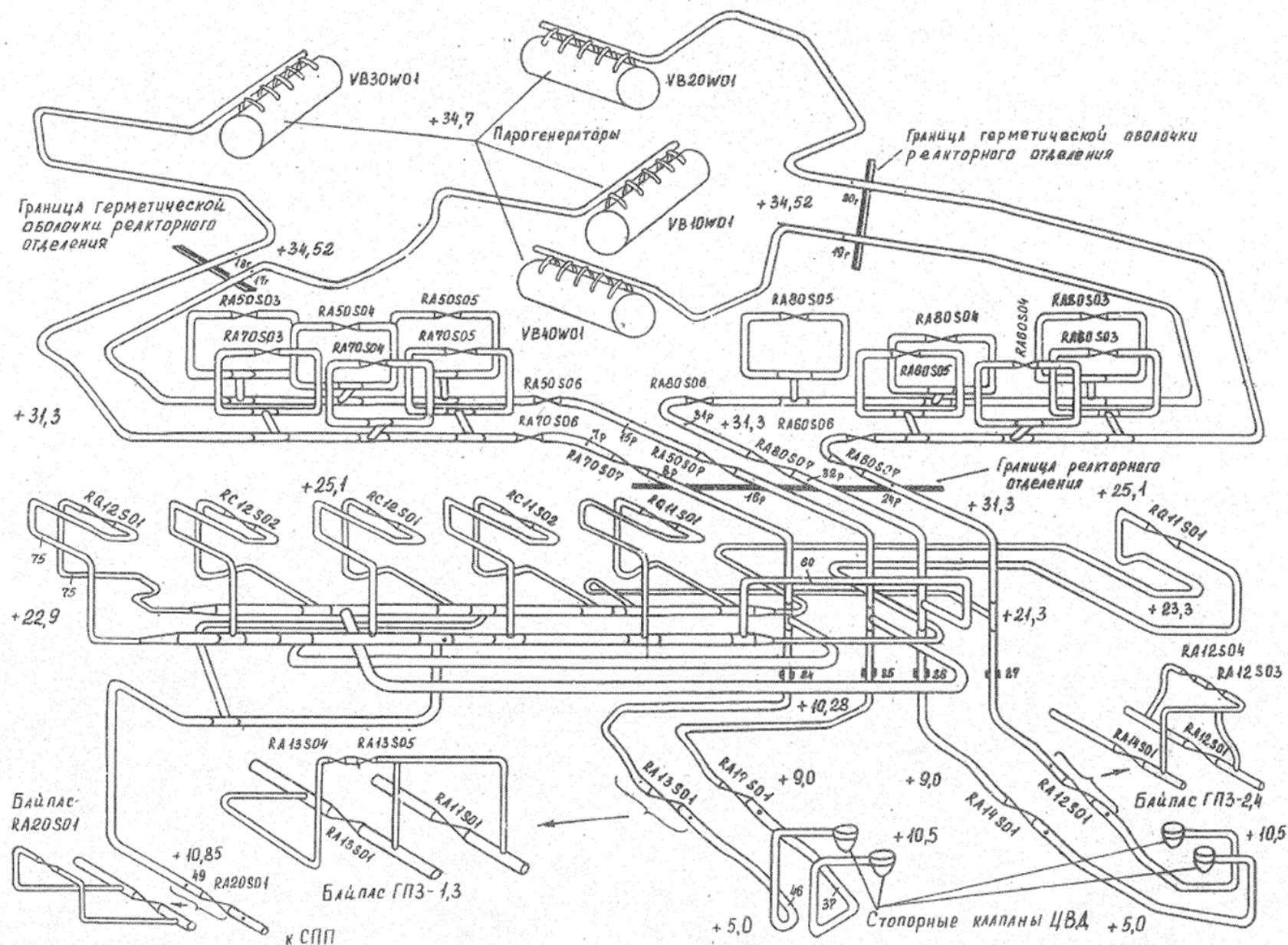
Направляющие опоры (4 шт.) с ограничением перемещения в направлении рядов А-:-Б установлены на основных магистралях на отметках 19,8 м. и 15,0 м.

Пружинные опоры (6 шт.) установлены на перемычках Ду300 мм к БРУ-К, Ду200 мм к БРУ-СН, и одном ответвлении Ду500 мм в паровой коллектор.

Основная часть веса паропроводов воспринимается пружинными подвесками (70 шт.)

Опоры и подвески рассчитаны на заполнение паропровода водой при проведении гидроиспытаний.

Схема системы главных паропроводов ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2:



Пространственная схема расположения главных паропроводов

Протокол критериев оценки

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1	Полнота и корректность технологической схемы	35	
1.1	Полнота построения схемы главных паропроводов (указаны все элементы)	10	
1.2	Правильное указание (обозначение) всего оборудования на схеме (в т.ч. недостающего) согласно описанию	10	
1.3	Правильное пояснение назначения недостающего на схеме оборудования	5	
1.4	Указание корректных характеристик (в т.ч. рассчитанных с помощью САПР) трубопроводов (материал, диаметр, толщина стенок)	10	
2	Корректность и качество спецификации на систему	15	
2.1	Полное отражение всех элементов схемы в спецификации	7	
2.2	Корректное указание параметров оборудования и трубопроводов	5	
2.3	Оформление спецификации в соответствии с техническими стандартами.	3	
3	Построение 3D-модели системы главных паропроводов в САПР «КОМПАС-3D»	30	
3.1	Полное построение пространственной схемы согласно заданным границам	10	
3.2	Корректное размещение магистральных паропроводов и ГПК с соблюдением размеров	10	
3.3	Соблюдение характеристик трубопроводов и оборудования, включая опорно-подвесную систему	10	
4	Техническое обоснование отсутствующего на схеме оборудования	10	
5	Качество оформления отчёта/документации и соблюдение технических требований	10	
5.1	Структурированное оформление отчёта с подписями к схемам	5	
5.2	Соблюдение единиц измерения, сокращений, терминологии	3	
5.3	Отсутствие грамматических и технических ошибок	2	
	ИТОГО	100	

**Типовое задание на итоговую аттестацию
для ЦГ-2**

1. Используя инструменты САПР «КОМПАС-3D»: «KompasFlow», приложение «Схемы принципиальные» и исходные данные с учетом принятых технических решений для отдельных энергоблоков:

- построить технологическую схему системы ввода химреагентов во второй контур ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2;
- указать отсутствующее оборудование (позиция указана пунктирной стрелкой и рамкой красного цвета), а также диаметр условного прохода (Ду) трубопроводов;
- произвести расчет предельно-допустимого давления среды в трубопроводах;
- оформить спецификацию на систему;

- указать назначение отсутствующего оборудования.

2. Используя САПР «КОМПАС-3D» (тип документа – сборка), приложение «трубопроводы» и исходные данные построить 3D-модель: пространственная схема расположения парогенераторов с трубопроводами по питательной воде, а также бак-барбатер с импульсным трубопроводом.

Исходные данные:

- технологическая схема системы ввода химреагентов во второй контур ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2;

- описание системы ввода химреагентов ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2

- пространственная схема расположения реакторной установки В-320.

Описание системы.

В описании приняты следующие условные обозначения и сокращения:

RV – код системы ввода химреагентов;

RV10 – код подсистемы ввода раствора гидразин-гидрата;

RV20 – код подсистемы ввода раствора морфолина;

RV30 – код резервной подсистемы ввода хим.реагентов в КПТ 2-го контура;

АХК – автоматический химический контроль;

АЭС – атомная электрическая станция;

Блок – энергоблок ОП ЗАЭС;

БММ – бак-мерник морфолина, RV20B01,02;

БМГГ – бак-мерник гидразин-гидрата, RV10B01,02;

БМК – резервный бак-мерник хим. реагентов, RV30B01;

ВПЭН – вспомогательный питательный электронасос;

ВРХЛ – водно-радиохимическая лаборатория;

ВУС – водоуказательное стекло;

ВХР-II – водно-химический режим II контура;

Гидразин – гидразин-гидрат;

КИП и А – контрольно-измерительные приборы и арматура;

КН-II – конденсатный насос второй ступени;

КОС – клапан обратный с сервоприводом;

КПТ – конденсатно-питательный тракт;

КУ – ключ управления;

МЩУ – местный щит управления;

НД – насос-дозатор;

НДМ – насос-дозатор морфолина;

НДГГ – насос-дозатор гидразина;

НДК – насос-дозатор хим. реагентов;

ПВД – подогреватель высокого давления;

ПГ – парогенератор;

ПНД – подогреватель низкого давления;

ПУУР – поплавковый указатель уровня;

РО – реакторное отделение;

РУД – регулятор уровня в деаэраторе (конденсаторе), RM50S01;

СИТ – средства измерительной техники;

СПП – сепаратор-пароперегреватель СПП-1000;

ТО – техническое обслуживание;

ТПН – турбопитательный насос;

ХВО – химводоочистка;

ХОВ – химобессоленная вода;

ЦТАИ – цех тепловой автоматики и измерений;

ЭР – электронный регулятор;

ЭРП – энергоремонтное подразделение;

ЭЦ – электрический цех;

Назначение, характеристика и краткое описание системы RV.

Назначение системы, ее состав и перечень входящего оборудования.

RV - система ввода химреагентов во II контур энергоблока предназначена для подачи химреагентов в КПП II контура блока в различных режимах его работы (работа на мощности, вывод в ремонт), согласно требований и условий определенных действующей “Инструкцией по ведению водно-химического режима второго контура энергоблоков ОП ЗАЭС ” № 00.ВР.00.ИЭ.02В от 03.09.04 г. (далее по тексту: “Инструкция по ведению ВХР II контура”), в целях достижения и поддержания (корректировки) требуемого качества конденсата и питательной воды II контура, а также защиты внутренних поверхностей оборудования блока (трубопроводов, теплообменников, трубных систем парогенераторов) от коррозии при работе блока и консервации оборудования на период останова блока.

Система RV в оперативном ведении находится у НСБ, оперативное управление и ведение ВХР II контура в различных режимах работы блока осуществляет НСТО (ВИУТ) согласно требований и условий, определенных действующей “Инструкцией по ведению ВХР II контура”.

Система RV состоит из трех подсистем:

- RV10 - подсистема ввода гидразин-гидрата в КПП II контура ;
- RV20 - подсистема ввода морфолина в КПП II контура;
- RV30 - резервная подсистема ввода хим. реагентов в КПП II контура.

Примечание: в соответствии с техническим решением №123456.ТО.RV.Тр.7312 от 13.11.03., на энергоблоках 1-6 выполнено отглушение трубопроводов ввода комплексона и гидразин-гидрата в местах врезки в трубопроводы питательной воды к ПГ, в трубопроводы свежего пара ко II ст. СПП-1000, в паропроводы I и II отборов к ПВД-6,7.

Для блоков № 1÷2: оборудование и трубопроводы подсистемы RV30 выведены из эксплуатации.

Для блоков № 3÷5: Предусмотрено: использование БМК RV30B01 в качестве резерва ба-ковмерников подсистем RV10 и RV20; использование НДК RV30D01-03 в качестве аварийного резерва НДМ RV20D01-03; использование НДК RV30D01-03 в качестве аварийного резерва НДГГ RV10D01-04 (подача хим. реагентов на вход в НДК возможна с любого из баков подсистем RV10, RV20, RV30).

Для энергоблока №6: Предусмотрено: использование БМК RV30B01 в качестве резерва баков-мерников подсистем RV10 и RV20; использование НДК RV30D03,04 в качестве аварийного резерва НДМ RV20D01.

RV10 - подсистема ввода гидразингидрата в КПП II контура.

Состав:

RV10B01,02 - БМГГ. Предназначены для приема гидразингидрата от узла приготовления ХВО, приготовления раствора гидразин-гидрата требуемой концентрации по месту, создания подпора на всасе НДГГ RV10D01-04. Баки соединены между собой переливной трубой Ду50;

RV10D01,02,03,04 - НДГГ. Предназначены для обеспечения подачи гидразин-гидрата во всасывающие трубопроводы КН-II, питательных насосов (ТПН, ВПЭН) или напорный трубопровод КН-II после РУД. Насосы имеют общий входной коллектор и общий выходной коллектор;

RV10S01(02) - задвижка с электроприводом на линии подачи гидразин-гидрата в БМГГ RV10B01(02). Предназначена для выполнения операций при приеме гидразин-гидрата в БМГГ от узла реагентов ХВО;

RV10S03(04) - задвижка с ручным приводом на линии подачи ХОВ в БМГГ RV10B01(02). Предназначена для выполнения операций при получении требуемой

концентрации раствора гидразин-гидрата в БМГГ или промывки БМГГ химобессоленной водой.

RV10S05,06 - вентили на общей линии подачи раствора гидразин-гидрата во входной коллектор НДГГ из БМГГ RV10B01,02. Предназначены для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДГГ RV10D01(02,03,04);

RV10S07,08,09,10 (11,12,13,14) - вентили на входе (выходе) НДГГ RV10D01,02,03,04. Предназначены для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДГГ RV10D01,02,03,04;

RV10S15 (отсутствует на блоках №3,6) - вентиль секционный на выходном коллекторе НДГГ, установленный между насосами RV10D02 и RV10D03. Предназначен для обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операции ввода химреагентов в КПП II контура;

RV10S16,18 - клапаны обратные на напорных линиях подачи гидразин-гидрата на всас КН-II, на всас ТПН и ВПЭН, а также в напорный трубопровод КН-II за РУД (кроме блоков №4,5). Предназначены для предотвращения противотока среды в напорные линии и проточную часть НДГГ RV10D01,02,03,04;

RV10S17 – вентиль на общей напорной линии подачи гидразин-гидрата на всас ТПН и ВПЭН (блоки №1,3,4,6), на всас КН-II (блоки №2,3,5), в напорный трубопровод КН-II за РУД (блоки №2,3). Предназначены для выполнения операций при подаче хим. реагентов, пуске, останове и выводе в ремонт НДГГ RV10D01,02,03,04;

RV10S19 (отсутствует на блоке №2) – вентиль на общей напорной линии подачи гидразин-гидрата на всас КН-II (кроме блока №6), а также в напорный трубопровод КН-II за РУД (блоки №1,3,6). Предназначены для выполнения операций при подаче хим. реагентов, пуске, останове и выводе в ремонт НДГГ RV10D01,02,03,04;

RV10S20,21 - вентили секционные, установленные между входными и выходными коллекторами насосов RV10 и RV20. Предназначены для обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операций по вводу реагентов в КПП II контура — на всас КН-II, на всас ТПН (ВПЭН) или на напор КН-II после РУД любым из насосов дозаторов НДГГ RV10D01-04, НДМ RV20D01-03 в случае производственной необходимости;

RV10S22 (только на блоках №1,3) – вентиль секционный между общими напорными линиями систем RV10 и RV20. Предназначен для обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операций по вводу реагентов в КПП II контура.

RV10S23 (отсутствует на блоке №6) – задвижка с ручным приводом на линии подачи гидразин-гидрата в БМК (RV30B01) перед задвижкой RV10S29. Предназначена для выполнения операции по приему раствора гидразин-гидрата в БМК;

RV10S26,27 (на блоках №3,4,5) — вентили на линии подачи хим. реагентов из БМГГ на всас НДК. Предназначен для обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операций по вводу реагентов в КПП II контура.

RV10S29 (отсутствует на блоке №6) - задвижка с ручным приводом на линии подачи гидразин-гидрата в БМГГ RV10B01. Предназначена для обеспечения технологической гибкости системы RV по приему раствора гидразин-гидрата в БМК RV30B01;

RV10S30,31,32 (отсутствуют на блоке №6) - вентили на линии ввода гидразина в трубопроводы на всас КН-II, RM41,42,43D01. Предназначены для выполнения операций ввода раствора гидразин-гидрата на всас КН-II RM41,42,43D01;

RV10S33,34,35 (только на блоке №5) - вентили на второй линии ввода гидразина в трубопровод на всас КН-II RM41,42,43D01;

RV10S36 (отсутствует на блоках №4,5) - вентиль на линии подачи раствора гидразина на напор КН-II после байпаса РУД (RM50S01) на входе в ПНД;

RV10S37 (только на блоке №6) - вентиль на линии подачи раствора гидразина на напор КН-II после байпаса РУД (RM50S01) на входе в ПНД. Предназначен для выполнения операций ввода гидразин-гидрата в напорный трубопровод КН-II;

RV10S38,39,40,41 (отсутствуют на блоках №2,5) - вентили на линии подачи гидразин-гидрата на всас ТПН, ВПЭН. Предназначены для выполнения операций ввода раствора гидразин-гидрата во всасывающие трубопроводы ТПН и ВПЭН после фильтров КПТ II контура. RV10S40,41 отсутствуют на блоке №1;

RV10S42 (только на блоке №2) – ручная задвижка на общей линии заполнения БМГГ гидразин-гидратом. Предназначена для выполнения операций при приеме гидразин-гидрата в БМГГ от узла реагентов ХВО.

RV10S43,44 (только на блоке №6) – вентили на линии заполнения БММ RV20B01 гидразин-гидратом от узла приготовления хим. реагентов ХВО. Предназначены для обеспечения технологической гибкости системы, возможности дублирования подсистем RV10, RV20 и RV30 при дозировании хим. реагентов.

RV10S45,46 (только на блоке №6) – вентили секционные, установленные между входными и выходными коллекторами насосов-дозаторов RV20D01 и RV10D01. Предназначены для резервирования НД RV20D01 и обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операций по вводу раствора морфолина, с применением для этих целей НД RV10D01.

RV10S47 (только на блоке №6) – вентиль секционный, установленный между входными коллекторами насосов-дозаторов RV10D01-04 и RV30D01-02. Предназначен для возможности дублирования подсистем RV10 и RV30 при дозировании химреагентов.

RV10S50 (только на блоке №2) – вентиль на линии от врезки в трубопровод Ду50 приема раствора гидразин-гидрата в БМК RV30B01 (за RV10S01) до врезки в напорный трубопровод Ду10 НДГГ после RV10S16,18. Предназначен для обеспечения ремонтных операций на арматуре подсистемы.

RV10S70,71 – вентили на линии отбора проб из БМГГ RV10B01,02;

RV10S90,91 – вентили на линии опорожнения БМГГ RV10B01,02. Предназначены для дренирования БМГГ в дренажный приямок RV40B01;

RV10S92 – вентиль дренажа трубопровода ХОВ перед RV10S03 на блоках №3,4.

Трубопроводы Ду50 приема гидразин-гидрата и ХОВ в БМГГ;

Трубопровод Ду50 приема раствора гидразин-гидрата в БМК RV30B01. Предназначен для технологической гибкости и возможности резервирования БМК и насосов-дозаторов RV30D01,02,03 подсистемы RV30 для ввода хим.реагентов в трубопроводы II контура;

Трубопровод Ду50 опорожнения БМГГ в дренажный приямок RV40B01;

Трубопровод Ду50 связи БМГГ и БММ с атмосферой.

Всасывающие и напорные трубопроводы НДГГ.

RV20 – подсистема ввода морфолина в КПТ II контура.

Состав:

RV20B01,02 – БММ. Предназначены для приема морфолина от узла приготовления ХВО, создания подпора на всасе НДМ RV20D01,02,03. БММ RV20B02 отсутствует на блоке №6. Баки соединены между собой переливной трубой Ду50. На блоке №6 установлен один БММ, в качестве второго предусмотрено использование БМК RV30B01;

RV20B03 – бак резервный узла приготовления и подачи хим.реагентов в БММ RV20B01,02 (на блоке №6 — в БМК RV30B01);

RV20D01,02,03 – насосы-дозаторы морфолина (НДМ). Предназначены для обеспечения подачи раствора морфолина в КПТ II контура. НДМ RV20D02,03 отсутствуют на блоке №6. Насосы имеют общий входной и выходной коллектор;

RV20D04 – эжектор водоструйный. Предназначен для обеспечения подачи хим.реагентов из фляги или бачка RV20B03 в БММ RV20B01(02) (на блоке №6 — в БМК RV30B01);

RV20S01,02 – задвижки с электроприводом на линии подвода морфолина в БММ. Предназначены для выполнения операций при приеме морфолина в БММ от узла реагентов ХВО. RV20S02 отсутствует на блоке №6;

RV20S03,04 – задвижки с ручным приводом на линии подвода ХОВ в БММ RV20B01,02. RV20S04 отсутствует на блоке №6;

RV20S05,06 – вентили на общей линии подвода раствора морфолина из БММ во входной коллектор НДМ RV20D01,02,03. Предназначены для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДМ RV20D01,02,03. RV20S06 отсутствует на блоке №6;

RV20S07,08,09 (11,12,13) – вентили на входе (выходе) НДМ. Предназначены для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДМ RV20D01,02,03. RV20S08,09,12,13 отсутствуют на блоке №6;

RV20S73,74 (только на блоке №2) – вентили на дополнительных линиях отбора проб из RV20B01,02;

RV20S90,91 – вентили на линиях опорожнения RV20B01,02. Предназначены для дренирования БММ в дренажный приямок RV40B01. RV20S91 отсутствует на блоке №6;

Трубопровод приема морфолина в БММ (на блоке №6 также в RV30B01);

Трубопроводы подачи раствора морфолина в КПП II контура на всас КН-II, ТПН и ВПЭН, напор КН-II;

Трубопровод опорожнения БММ в дренажный приямок RV40B01.

RV30 – резервная подсистема ввода хим. реагентов в КПП II контура.

Состав:

RV30B01 – БМК. Предназначен для приема хим. реагентов от узла приготовления ХВО, создания подпора на всасе НДК. На блоке №-6 предусмотрено использование БМК RV30B01 в качестве резерва баков-мерников подсистем RV10 и RV20. Бак оборудован переливной трубой врезанной в дренажный трубопровод БМК;

RV30D01,02,03,04 – насосы-дозаторы хим.реагентов. НДК RV30D04 отсутствует на блоках №1-5. НДК RV30D01 отсутствует на блоке №2.

RV30S01 – задвижка с ручным приводом (на блоке №6 — с электроприводом) на линии подачи хим.реагентов в БМК RV30B01. Предназначена для выполнения операций при приеме хим. реагентов в БМК от узла приготовления ХВО;

RV30S02 – задвижка с ручным приводом на линии подачи ХОВ в БМК RV30B01. Предназначена для выполнения операций по приготовлению требуемой концентрации хим. реагентов в БМК или промывки БМК химобессоленной водой;

RV30S03 (только на блоке №6) – арматура на линии подачи хим.реагентов водоструйным эжектором RV20D04 в БМК RV30B01. Предназначена для заполнения БМК хим. реагентами из фляги (бачка). Дополнительно можно использовать для подачи ХОВ в БМК;

RV30S05 – вентиль на общей линии подачи хим.реагентов из БМК во входной коллектор НДК RV30D01,02,03,04. Предназначен для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДК RV30D01,02,03,04;

RV30S06 (на блоках №3,4,5) — вентиль на общей линии подачи хим.реагентов из БМК во входной коллектор НДК. Предназначен для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДК RV30D01,02,03,04;

RV30S07,08,09,10 (11,12,13,14) – вентили на входе (выходе) НДК. Предназначены для выполнения операций при пуске, останове и выводе в ремонт НДК RV30D01,02,03,04. RV30S10,14 отсутствуют на блоках №1-5. RV30S07 отсутствует на блоке №2;

RV30S15,16 – вентили на линии рециркуляции НДК RV30D01,02,03,04. Предназначены для выполнения перемешивания хим.реагентов в БМК RV30B01, а также для опробования (пуске) НДК в расходном режиме;

RV30S18 (только на блоке №6) – вентиль на общей напорной линии подачи хим.реагентов в питательную воду в ПГ-1-4 - линия отглушена и не используется.;

RV30S19,20 (только на блоке №6) – вентили секционные, установленные между входными и выходными коллекторами насосов-дозаторов RV30D02 и RV30D03. Предназначены для обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операций по вводу химреагентов в КПП II контура. Обеспечивают резерв НДМ RV20D01;

RV30S21,22,23,24,25,26 (на блоках №3,4,5) — Предназначены для обеспечения технологической гибкости системы RV при выполнении операций по вводу хим.реагентов НДК RV30D01,02,03,04 в КПП II контура.

RV30S70 – вентиль на линии отбора пробы из БМК RV30B01;

RV30S90 – задвижка на линии опорожнения RV30B01. Предназначена для дренирования RV30B01 в дренажный приямок RV40B01;

RV30S91 (отсутствует на блоке №1,5,6) – задвижка на линии опорожнения RV30B01;

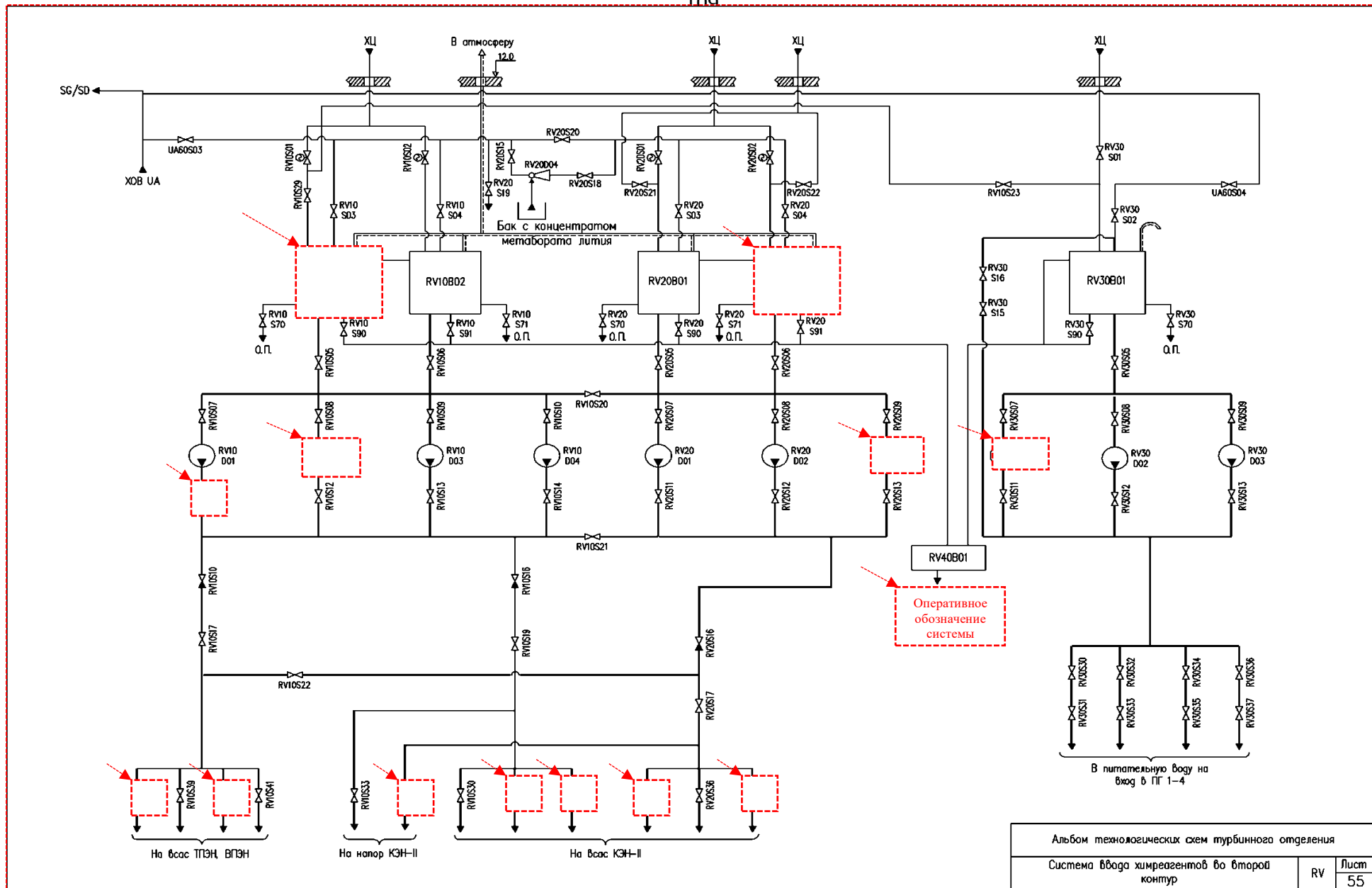
RV30E01 – шайба дроссельная, вварная, на линии рециркуляции RV30D01,02,03,04. Предназначена для ограничения расхода раствора хим. реагентов при работе НДК в режиме рециркуляции через RV30B01;

Трубопровод приема хим.реагентов и ХОВ;

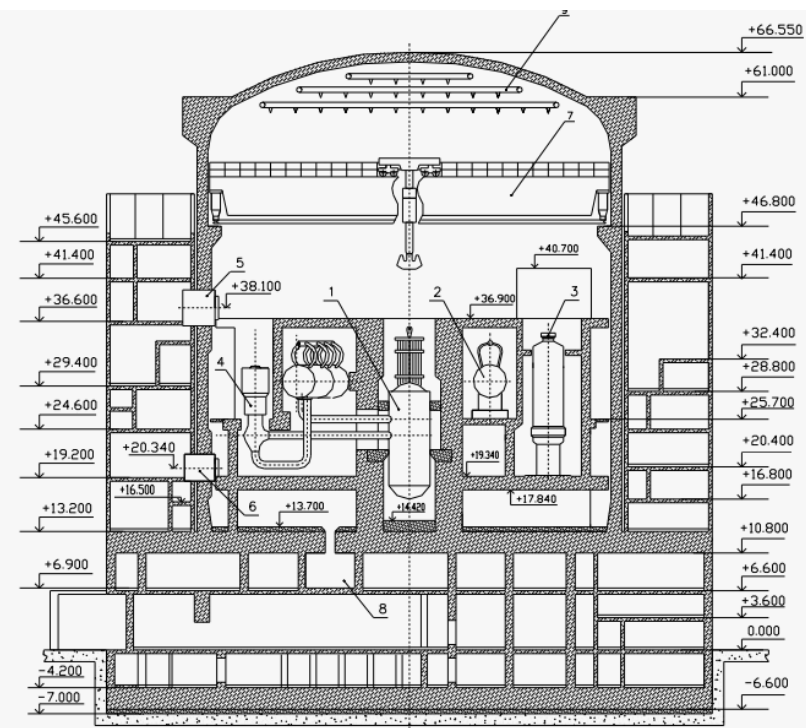
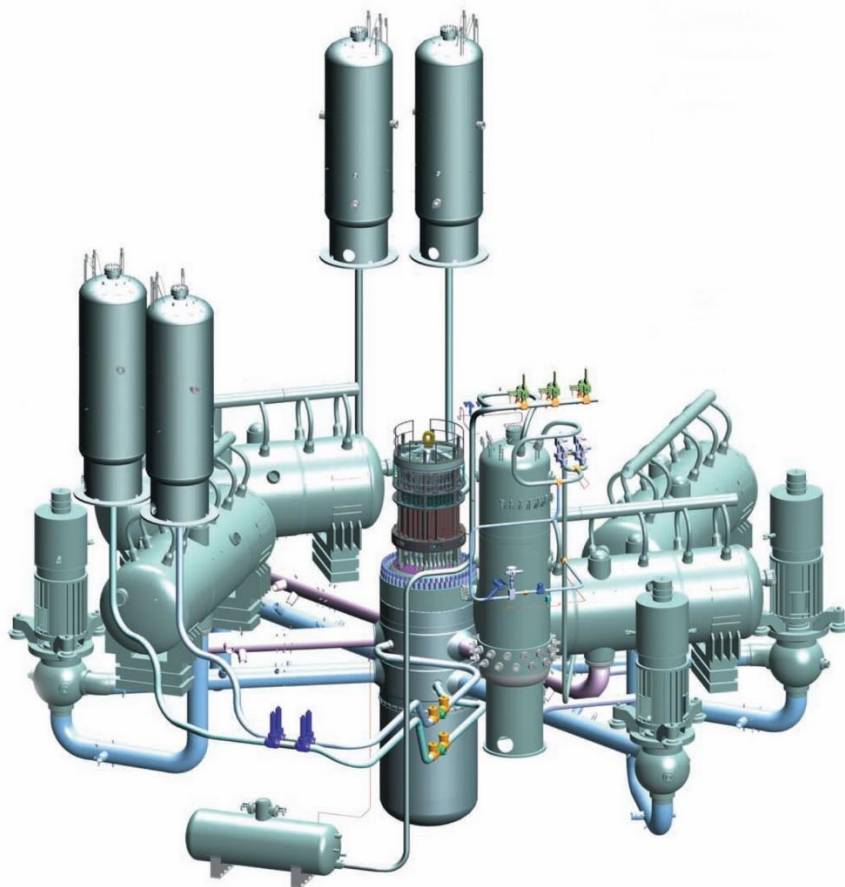
Трубопровод приема хим. реагентов в RV30B01 через эжектор водоструйный RV20D04 (отсутствует на блоках №1-5);

Трубопровод опорожнения RV30B01 в дренажный приямок RV40B01.

Трубопровод Ду20, связывающий входные коллектора насосов-дозаторов подсистем RV10, RV20 и RV30 (отсутствует на блоках №1-5).



Система ввода химреагентов во второй контур ПТУ с турбиной К-100-60/1500-2



- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 - Реактор | 6 - Аварийный шлюз |
| 2 - Парогенератор | 7 - Полярный кран |
| 3 - Компенсатор давления | 8 - Бак-приямок |
| 4 - ГЦН | 9 - Спринклерная система |
| 5 - Основной шлюз | |

Пространственная схема расположения оборудования реакторной установки В-320

Протокол критериев оценки

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1	Полнота и корректность технологической схемы	35	
1.1	Полнота построения схемы (отображены все элементы)	10	
1.2	Правильное указание (обозначение) всего оборудования на схеме (в т.ч. недостающего) согласно описанию	10	
1.3	Правильное пояснение назначения недостающего на схеме оборудования	5	
1.4	Указание корректных характеристик трубопроводов (в т.ч. рассчитанных с помощью САПР)	10	
2	Корректность и качество спецификации на систему	15	
2.1	Полное отражение всех элементов схемы в спецификации	7	
2.2	Корректное указание параметров оборудования и трубопроводов	5	
2.3	Оформление спецификации в соответствии с техническими стандартами.	3	
3	Построение 3D-модели системы главных паропроводов в САПР «КОМПАС-3D»	30	
3.1	Полное построение пространственной схемы согласно заданным границам	10	
3.2	Корректное размещение оборудования с соблюдением размеров	10	
3.3	Соблюдение характеристик трубопроводов и оборудования, включая опорно-подвесную систему	10	
4	Техническое обоснование отсутствующего на схеме оборудования	10	
5	Качество оформления отчёта/документации и соблюдение технических требований	10	
5.1	Структурированное оформление отчёта с подписями к схемам	5	
5.2	Соблюдение единиц измерения, сокращений, терминологии	3	
5.3	Отсутствие грамматических и технических ошибок	2	
	ИТОГО	100	

*Типовое задание на итоговую аттестацию
для ЦГ-3*

1. Используя САПР «КОМПАС-3D»: приложение «Схемы принципиальные», «Компас-электрик» и исходные данные:

- построить схему 6 кВ собственных нужд с учетом принятых технических решений для первого энергоблока Балаковской АЭС;
- указать отсутствующее оборудование (позиция указана пунктирной стрелкой и рамкой красного цвета);
- оформить спецификацию на систему;
- указать назначение отсутствующего оборудования.

2. Используя САПР «КОМПАС-3D» (тип документа – сборка), приложение «трубопроводы» и исходные данные построить 3D-модель: пространственная схема расположения ядерного реактора, компенсатора давления и главных циркуляционных насосов (со всеми обвязками) реакторной установки В-320.

Исходные данные:

Описание схемы 6 кВ собственных нужд энергоблока Балаковской АЭС;
 Упрощенная схема 6 кВ собственных нужд энергоблока Балаковской АЭС;
 Пространственная схема расположения оборудования реакторной установки В-320.
Описание схемы 6 кВ собственных нужд энергоблока Балаковской АЭС.

Основными напряжениями потребителей собственных нужд являются 6 и 0,4 кВ. Распределительные устройства собственных нужд выполняются с одной секционированной системой шин. Количество секций 6 кВ нормальной эксплуатации выбрано по числу ГЦН первого контура и равному четырем - ВА, ВВ, ВС, ВД. На каждую секцию предусмотрен ввод от рабочего и резервного источников питания (ТСН (2 шт.) и РТСН (2 шт.)).

Мощность каждого ТСН 24/6 кВ выбрана по всей присоединенной нагрузке и составляет 63 МВА (рис. 21). Для резервирования секций 6 кВ нормальной эксплуатации блоков № 1,2 на ОУТ блока № 1 установлены два резервных трансформатора С.Н. (1РТСН-1,2) напряжением 220/6 кВ. Трансформаторы 1РТСН-1,2 запитываются от ОРУ-220 кВ через один воздушный выключатель.

Обозначения на схеме:

ТСН – трансформатор собственных нужд;

РТСН – резервный трансформатор собственных нужд

ВВ, ВУ, ВХ – секции 6 кВ, которые предназначены для питания потребителей и трансформаторов второй группы надёжности.

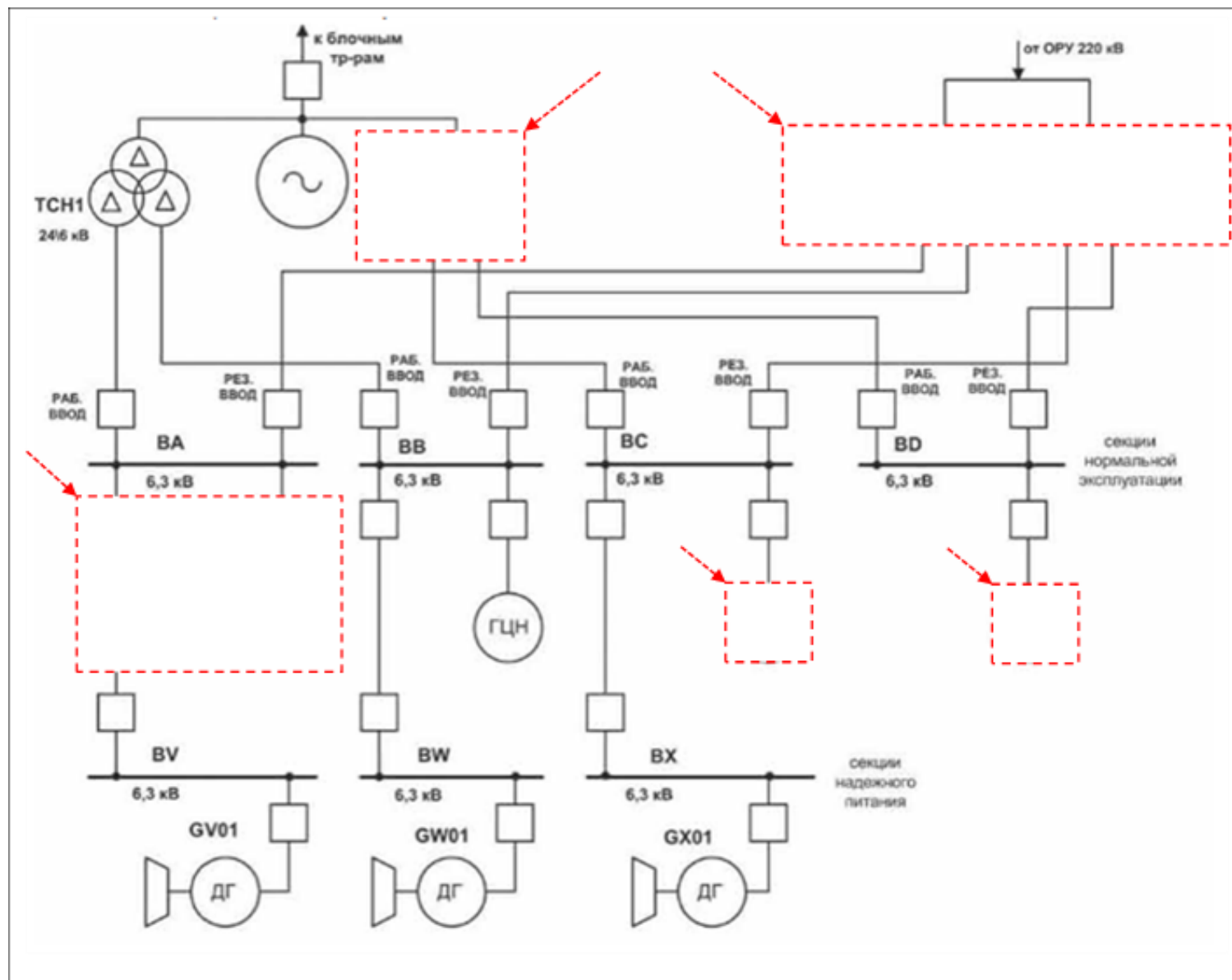
ВА, ВВ, ВС и ВД – четыре независимые секции в электрической схеме, к которым подключаются потребители распределительного устройства с напряжением 6,3 кВ.

РТСН - резервный трансформатор собственных нужд

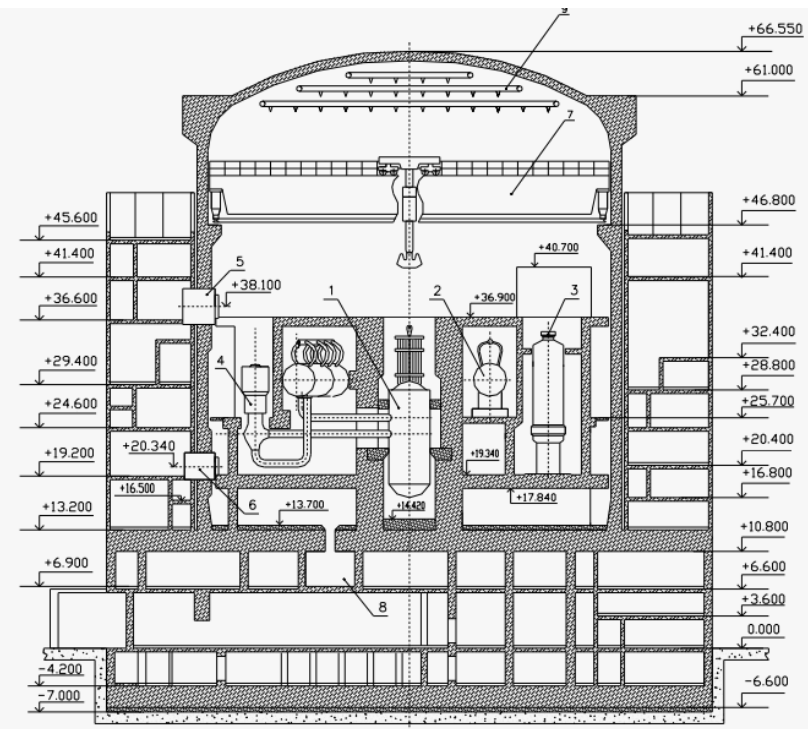
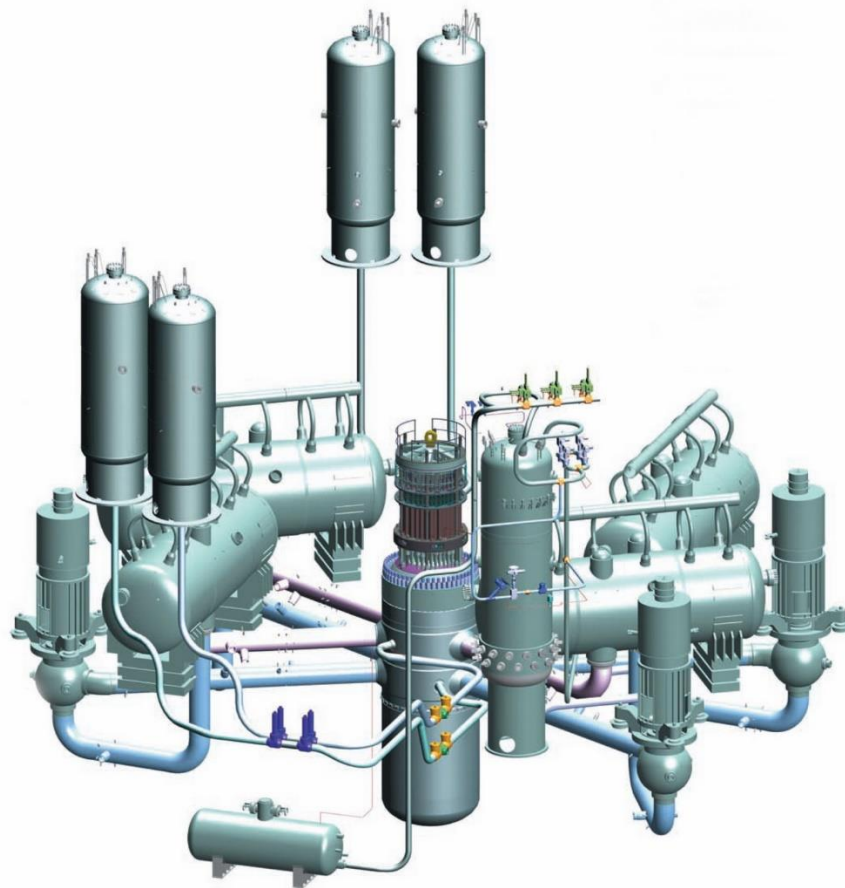
ОРУ 220 кВ – это открытое распределительное устройство напряжением 220 кВ

ОУТ – открытая установка трансформаторов

хема расположения реакторной установки В-320.



Упрощенная схема 6 кВ собственных нужд энергоблока блока Балаковской АЭС



- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 - Реактор | 6 - Аварийный шлюз |
| 2 - Парогенератор | 7 - Полярный кран |
| 3 - Компенсатор давления | 8 - Бак-приямок |
| 4 - ГЦН | 9 - Спринклерная система |
| 5 - Основной шлюз | |

Пространственная схема расположения оборудования реакторной установки В-320

Протокол критериев оценки

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1	Полнота и корректность электрической схемы	35	
1.1	Полнота построения схемы (отображены все элементы)	10	
1.2	Правильное указание (обозначение) всего оборудования на схеме (в т.ч. недостающего) согласно описанию	10	
1.3	Правильное пояснение назначения недостающего на схеме оборудования	5	
1.4	Указание корректных электрических характеристик трубопроводов.	10	
2	Корректность и качество спецификации на систему	15	
2.1	Полное отражение всех элементов схемы в спецификации	7	
2.2	Корректное указание параметров оборудования и трубопроводов	5	
2.3	Оформление спецификации в соответствии с техническими стандартами.	3	
3	Построение 3D-модели системы главных паропроводов в САПР «КОМПАС-3D»	30	
3.1	Полное построение пространственной схемы согласно заданным границам	10	
3.2	Корректное размещение оборудования с соблюдением размеров	10	
3.3	Соблюдение характеристик трубопроводов и оборудования, включая опорно-подвесную систему	10	
4	Техническое обоснование отсутствующего на схеме оборудования	10	
5	Качество оформления отчёта/документации и соблюдение технических требований	10	
5.1	Структурированное оформление отчёта с подписями к схемам	5	
5.2	Соблюдение единиц измерения, сокращений, терминологии	3	
5.3	Отсутствие грамматических и технических ошибок	2	
	ИТОГО	100	

VII. Завершение обучения по Программе

Лицам, завершившим обучение по Программе и достигших целевого уровня сформированности цифровых компетенций по результатам итоговой оценки и прошедших итоговую аттестацию, присваивается дополнительная ИТ-квалификация, установленная Программой.

При освоении Программы параллельно с получением высшего образования диплом о профессиональной переподготовке выдается не ранее получения соответствующего документа об образовании и о квалификации (за исключением лиц, имеющих среднее профессиональное или высшее образование).

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным из образовательной организации высшего образования, реализующей Программу, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому образовательной организацией высшего образования.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Проект «Цифровая кафедра»**

**ДПП ПП «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ»**

**ПОЛОЖЕНИЕ
о проведении итоговой аттестации
в формате демонстрационного экзамена
по стандартам AtomSkills**

**Севастополь
2025**

Организация-разработчик: Цифровая кафедра ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Разработчики:

Тараховский Алексей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Цифровое проектирование».

Стреляная Юлия Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Цифровое проектирование».

Браславский Юрий Валентинович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Ядерных энергетических установок».

Сенега Алексей Леонидович, программист 2 категории в отделе информационных технологий ООО «Севастопольэнерго»,

Крапивенко Андрей Викторович, Руководитель проекта 2 категории ООО «Организационно-технологические решения 2000»

о проведении демонстрационного экзамена по стандартам AtomSkills

№ ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.

Руководитель рабочей группы _____ А.Ю. Тараховский

Руководитель ДПП ПП

«Технологические системы
энергетических объектов»

_____ Ю.О. Стреляная

1. ОБЩЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

1.1 Итоговая аттестация в виде демонстрационного экзамена проводится в ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» среди студентов обучающихся по ДПП ПП «Технологические системы энергетических объектов».

1.2 Настоящее Положение определяет порядок проведения о проведении итоговой аттестации в формате демонстрационного экзамена (далее – Итоговая аттестация).

1.3 Настоящее Положение разработано в соответствии с Законом Российской Федерации «Об образовании», федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования.

1.4 Итоговая аттестация представляет собой демонстрационный экзамен, предусматривающий выполнение конкретных заданий, с последующей оценкой качества, времени и других критериев, проводимых в течение определенного периода.

1.5 Участники итоговой аттестации должны продемонстрировать теоретическую и практическую подготовку, профессиональные умения, проявить творчество и культуру труда.

2. ЦЕЛИ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Итоговая аттестация проводится с целью оценки уровня профессиональных компетенций участников в условиях, максимально приближенных к реальной производственной деятельности.

3. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1 Формат проведения:

Очный, компьютерные классы: ул. Курчатова, 7 ауд. 428, 429, 430, ул. Гоголя, 14 ауд. 107, 14, 19.

Включает выполнение практических заданий, соответствующих компетенциям чемпионата.

3.2 Сроки проведения: Определяются графиком.

3.3 Участники: Студенты обучающиеся на ДПП ПП «Технологические системы энергетических объектов».

4. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РАБОТ

4.1 Конкурсные задания:

- Разрабатываются рабочей группой и утверждаются членами экзаменационной комиссии.
- Соответствуют реальным производственным задачам.
- Включают модули, оценивающие ключевые навыки компетенции ДПП ПП «Технологические системы энергетических объектов».

4.2 Оформление результатов:

- Работы фиксируются в протоколах.
- Критерии оценивания

4.3 Балльная система: Задания и критерии оценки разработаны для каждой целевой группы ДПП ПП «Технологические системы энергетических объектов».

Типовой Протокол критериев оценки ЦГ-1

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1	Полнота и корректность технологической схемы	35	
1.1	Полнота построения схемы главных паропроводов (указаны все элементы)	10	
1.2	Правильное указание (обозначение) всего оборудования на схеме (в т.ч. недостающего) согласно описанию	10	
1.3	Правильное пояснение назначения недостающего на схеме оборудования	5	
1.4	Указание корректных характеристик (в т.ч. рассчитанных с помощью САПР) трубопроводов (материал, диаметр, толщина стенок)	10	
2	Корректность и качество спецификации на систему	15	
2.1	Полное отражение всех элементов схемы в спецификации	7	
2.2	Корректное указание параметров оборудования и трубопроводов	5	
2.3	Оформление спецификации в соответствии с техническими стандартами.	3	
3	Построение 3D-модели системы главных паропроводов в САПР «КОМПАС-3D»	30	
3.1	Полное построение пространственной схемы согласно заданным границам	10	
3.2	Корректное размещение магистральных паропроводов и ГПК с соблюдением размеров	10	
3.3	Соблюдение характеристик трубопроводов и оборудования, включая опорно-подвесную систему	10	
4	Техническое обоснование отсутствующего на схеме оборудования	10	
5	Качество оформления отчёта/документации и соблюдение технических требований	10	
5.1	Структурированное оформление отчёта с подписями к схемам	5	
5.2	Соблюдение единиц измерения, сокращений, терминологии	3	
5.3	Отсутствие грамматических и технических ошибок	2	
	ИТОГО	100	

Типовой Протокол критериев оценки ЦГ-2

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1	Полнота и корректность технологической схемы	35	
1.1	Полнота построения схемы (отображены все элементы)	10	
1.2	Правильное указание (обозначение) всего оборудования на схеме (в т.ч. недостающего) согласно описанию	10	

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1.3	Правильное пояснение назначения недостающего на схеме оборудования	5	
1.4	Указание корректных характеристик трубопроводов (в т.ч. рассчитанных с помощью САПР)	10	
2	Корректность и качество спецификации на систему	15	
2.1	Полное отражение всех элементов схемы в спецификации	7	
2.2	Корректное указание параметров оборудования и трубопроводов	5	
2.3	Оформление спецификации в соответствии с техническими стандартами.	3	
3	Построение 3D-модели системы главных паропроводов в САПР «КОМПАС-3D»	30	
3.1	Полное построение пространственной схемы согласно заданным границам	10	
3.2	Корректное размещение оборудования с соблюдением размеров	10	
3.3	Соблюдение характеристик трубопроводов и оборудования, включая опорно-подвесную систему	10	
4	Техническое обоснование отсутствующего на схеме оборудования	10	
5	Качество оформления отчёта/документации и соблюдение технических требований	10	
5.1	Структурированное оформление отчёта с подписями к схемам	5	
5.2	Соблюдение единиц измерения, сокращений, терминологии	3	
5.3	Отсутствие грамматических и технических ошибок	2	
	ИТОГО	100	

Типовой Протокол критериев оценки ЦГ-3

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
1	Полнота и корректность электрической схемы	35	
1.1	Полнота построения схемы (отображены все элементы)	10	
1.2	Правильное указание (обозначение) всего оборудования на схеме (в т.ч. недостающего) согласно описанию	10	
1.3	Правильное пояснение назначения недостающего на схеме оборудования	5	
1.4	Указание корректных электрических характеристик трубопроводов.	10	
2	Корректность и качество спецификации на систему	15	
2.1	Полное отражение всех элементов схемы в спецификации	7	
2.2	Корректное указание параметров оборудования и трубопроводов	5	
2.3	Оформление спецификации в соответствии с техническими стандартами.	3	
3	Построение 3D-модели системы главных паропроводов в САПР «КОМПАС-3D»	30	

№ п/п	Проверяемый элемент	Максимальная оценка	Результат аттестации
3.1	Полное построение пространственной схемы согласно заданным границам	10	
3.2	Корректное размещение оборудования с соблюдением размеров	10	
3.3	Соблюдение характеристик трубопроводов и оборудования, включая опорно-подвесную систему	10	
4	Техническое обоснование отсутствующего на схеме оборудования	10	
5	Качество оформления отчёта/документации и соблюдение технических требований	10	
5.1	Структурированное оформление отчёта с подписями к схемам	5	
5.2	Соблюдение единиц измерения, сокращений, терминологии	3	
5.3	Отсутствие грамматических и технических ошибок	2	
	ИТОГО	100	

5. ПРОЦЕДУРА ОЦЕНКИ

5.1 Проводится аттестационной комиссией: 3 представителя от отраслевых партнеров, 2 преподавателя от ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет».

5.2 Результаты фиксируются в ведомости оценок.

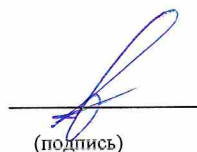
5.3 Участник вправе подать апелляцию в случае спорных ситуаций.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Дополнительная профессиональная программа профессиональной переподготовки
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ».

Программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры «Цифровое проектирование», протокол № 13 от «27» июня 2025г.

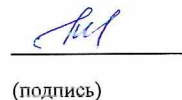
Зав. кафедрой
«Цифровое проектирование»



(подпись)

/А.Ю. Тараховский/
(ФИО)

Исполняющий обязанности
директора Политехнического института



(подпись)

/С.Е.Кравцова/
(ФИО)

Согласовано:
директор института ДПО



(подпись)

/М.Н. Большакова/
(ФИО)

« 14 » августа 2025 г.