



Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе дисциплины)  
**«ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ»**  
основной профессиональной образовательной программы магистратуры  
по направлению подготовки

**13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства  
кафедра энергетики

# 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

## 1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
<p>УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.</p> <p>ПК-1 Способен применять технологии проектирования основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования теплоэлектро-централей и тепловых сетей с применением цифровых инструментов.</p>	<p>Цифровое проектирование теплоэнергетического оборудования</p>	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и методологию системного подхода к проектированию сложных технических объектов;</li> <li>- информационные технологии, в том числе современные средства компьютерного моделирования в области энергетического машиностроения;</li> <li>- типовые методики проведения расчетов и проектирования элементов оборудования и объектов деятельности (систем) в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;</li> <li>- методики проведения технико-экономического обоснования проектных разработок;</li> <li>- способы графического представления пространственных образов;</li> <li>- современные методы и способы обработки материалов.</li> </ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике проектирования тепловых электростанций;</li> <li>- проводить технические расчеты по проектам, используя прикладное программное обеспечение для расчета термо- и гидрогазодинамических параметров при проектировании и конструировании теплоэнергетического оборудования;</li> <li>- применять методологии автоматизированного конструирования и технологического проектирования к разработке проектов в рамках выполнения НИР и ОКР.</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p>

		<ul style="list-style-type: none"><li>- основными, в том числе автоматизированными, методами проектирования;</li><li>- методами прочностных расчетов конструкций основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования;</li><li>- подходами к обоснованному выбору способа обработки и соединения элементов энергетического оборудования;</li><li>- методами выполнения моделей проектируемых объектов, в том числе с использованием компьютерной графики;</li><li>- методами выбора конструкционных материалов на основе анализа их физических и химических свойств;</li><li>- методологией расчета комплексных показателей надежности, долговечности, ремонтпригодности проектируемых систем и объектов;</li><li>- информацией о технических параметрах оборудования и навыками применения полученной информации для проектирования теплоэнергетических систем.</li></ul>
--	--	--

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задание по курсовой работе (для студентов заочной формы обучения);

Промежуточная аттестация в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. В отдельных случаях (при не прохождении всех видов текущего контроля) зачет может быть проведен в виде тестирования. . Оценивание результатов сдачи зачета («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2 Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно коррект-	В состоянии осуществлять систематический и научно-коррект-

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений		ный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	ный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий открытого и закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов). Для заданий открытого типа оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 2.1. Тестовые задания

Компетенция ПК-1: Способен применять технологии проектирования основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования теплоэлектростанций и тепловых сетей с применением цифровых инструментов

#### Тестовые задания открытого типа:

1. Порядок этапов проектирования, определяющий строгое технологическое соответствие проектной стадии процесса создания изделия в сфере материального производства:

**Ответ: ТЗ, НИР, ОКР, Техническое проектирование, Рабочее проектирование**

2. Проектные вопросы: перечисление функций, выполняемых устройством, разработка структурной схемы устройства, оформление условий работоспособности устройства, оформление требований к выходным параметрам, определение характеристик отдельных узлов, разработка алгоритмов выполняемых операций, решаются на этапе проектирования, который называется :

**Ответ: Техническое задание**

3. Проектные вопросы: формирование критериев качества и управления; управление научным экспериментом; проведение эксперимента с обработкой результатов; разработка математических моделей и их идентификации по экспериментальным данным; формирование обобщенного критерия качества; решение задачи оптимизации; получение оптимального критерия качества; разработка новых технических средств, в том числе контроля и измерений решаются на этапе проектирования, который называется:

**Ответ: НИР**

4. Промежуточные описания объекта, подводящие итоги решения некоторых задач и используемых для обсуждения и принятия решений для окончания или продолжения проектирования» соответствует термину:

**Ответ: Проектные решения**

5. Стадия проектирования, на которой основным видом выполняемых работ является оформление проектных решений в виде чертежей, спецификаций к ним и эксплуатационной документации на объект – это ...:

**Ответ: Рабочее проектирование**

6. Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют:

**Ответ: Автоматизированное проектирование**

7. Иерархический уровень, на котором решают наиболее общие задачи проектирования систем, машин и процессов и результаты проектирования представляют в виде различного типа схем, называется::

**Ответ: Макроуровень**

8. Основными стадиями процесса создания новой техники являются::

**Ответ: Проведение научных исследований, ОКР, технологическая подготовка производства, изготовление и освоение в промышленном производстве**

9. В зависимости от последовательности решения задач иерархических уровней различают три основных стиля проектирования

**Ответ: Восходящее, нисходящее и смешанное проектирование**

10. В теории системного анализа под сложной системой понимают

**Ответ: Систему, характеризуемую большим числом элементов и большим числом взаимосвязей между элементами**

11. Подход к проектированию, использующий идеи декомпозиции сложных описаний объектов и соответственно средств их создания на восходящие и нисходящие уровни и аспекты, устанавливает взаимосвязь между параметрами соседних уровней называется:

**Ответ: Блочно-иерархический подход**

**Тестовые задания закрытого типа:**

12. Нормативный документ, регламентирующий технические условия на строительные материалы и изделия, общие технические условия и требования к различному оборудованию, общие положения и требования	
1. СНиП	3. ВСН
2. ТСН	<b>4. ГОСТ</b>

13. Изменение состояния системы в процессе функционирования называется:	
1. Параметр	3. Вектор переменных
<b>2. Динамика системы</b>	4. Состояние системы

14. Свойство искусственной системы, выражающее назначение системы называется...	
1. Иерархичность	3. Целостность
<b>2. Целенаправленность</b>	4. Сложность

15. Иерархический уровень, на котором проектируют отдельные детали и элементы машин и приборов, называется:	
1. Модельный уровень	3. Макроуровень
<b>2. Микроуровень</b>	4. Системный уровень

Компетенция ПК-2: Способен обосновывать выбор методов повышения эффективности и надёжности технологии производства тепловой и электрической энергии дизельных электрических станций.

**Тестовые задания открытого типа:**

1. Термин, соответствующий определению «комплекс программно-технических средств вычислительной техники необходимый и достаточный для полного проектирования конкретного изделия»:

**Ответ: САПР**

2. САПР выполняющие автоматизированный инженерный анализ - это:

**Ответ: CAE (Computer-Aided Engineering)**

3. Средство обеспечения САПР, характеризуемое как «совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих средств обработки информации, подготовки и ввода, отображения и документирования, передачи данных, оргтехника, измерительная техника и т.д.»

**Ответ: Техническое обеспечение**

4. Языки программирования, ориентированные НЕ на разработку алгоритма решения задачи, а на систематическое и формализованное описание задачи с тем, чтобы решение следовало из составленного описания ...

**Ответ: А). Логические.**

5. Языки программирования, предназначенные для однозначного описания алгоритмов задачи и требующие явно записать алгоритм ее решения ...

**Ответ: Процедурные**

6. Язык проектирования, являющийся средством взаимодействия пользователя с САПР и служащий для задания исходных данные или формирования проблемы: ...

**Ответ: Входной язык**

7. Группа САПР САМ (Computer Aided) выполняет функцию: ...

**Ответ: Автоматизированный инженерный анализ**

8. Средство обеспечения САПР, характеризуемое как включающее различные методики проектирования, совокупности документов, характеризующих состав, функционирование и правило эксплуатации САПР: ...

**Ответ: Методическое обеспечение**

9. Математические модели, представляющие собой функциональные модели, используемые для параметрической оптимизации технологических процессов относятся к классу...

10. Модель данных, которая НЕ имеет никаких ограничений на количество связей между вершинами, что позволяет описать предметную область любой степени сложности

**Ответ: Сетевая модель данных**

11. Математические модели, уравнения которых не учитывают инерционность процессов в объекте называются:

**Ответ: Статическими моделями**

12. Математические модели, построенные на основании изучения закономерностей объекта называются:

**Ответ: Теоретическими моделями**

**Тестовые задания закрытого типа:**

13. Из перечисленных САПР относятся к тяжелому классу	
1. SolidWorks	3. Компас 3D
<b>2. Unigraphics NX</b>	4. AutoCad

14. САПР, выполняющие комплекс функций CADCAE/CAM, относятся к классу	
1. Тяжелые	3. Средние и легкие
<b>2. Средние</b>	4. Легкие

15. Математические модели, представляющие собой функциональные модели, используемые для параметрической оптимизации технологических процессов	
1. Имитационные	<b>3. Аналитические</b>
2. Алгоритмические	4. Теоретические

### 3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

**Задание 1 (варианты 1-5):** В соответствии с исходными данными, приведенными в таблице 3, выполнить комплексное проектирование центробежного насоса с разработкой пространственной сборочной модели проектируемого объекта. Расчёт насоса должен быть выполнен с использованием программы Mathcad 15. Проектирование на основании расчёта выполняется в программном пакете КОМПАС-3Д. Примеры эскизного решения проектной задачи для вариантов 1-5 представлены на рисунках 1-5.

Таблица 3 - Исходные данные для курсовой работы (варианты 1-5)

Исходные данные для проектирования						
Параметр	Ед. изм.	Вариант				
		1	2	3	4	5
Тип		Центробежный многоступенчатый горизонтальный	Центробежный двухступенчатый вертикальный	Центробежный многоступенчатый горизонтальный	Центробежный одноступенчатый вертикальный	Центробежный многоступенчатый горизонтальный
Подача (номинальная)	м <sup>3</sup> /ч	1	100	0,5	100	135
Диапазон эксплуатационных подач	м <sup>3</sup> /ч	0,25-1,1	25-110	0,13-0,55	25-110	34-149
Напор	м	11	100	27	100	110
Вид перекачиваемой жидкости		Конденсат (Вода)	Конденсат (Вода)	Вода	Конденсат (Вода)	Масло
Температура перекачиваемой жидкости	°С	От +15 до +40	От +15 до +90	От +15 до +110	От +15 до +85	От +15 до +70
Давление на всасывании	бар (изб.)	0,07	0,7	1,2	1	1
Кавитационный запас	м	2	2	2	2	5
Уплотнение выхода вала		торцевое	торцевое	торцевое	торцевое	торцевое
Подшипники		Скольжения со смазкой и охлаждением перекачиваемой жидкостью				
Частота вращения	об/мин	3000	3000	3000	2980	1500

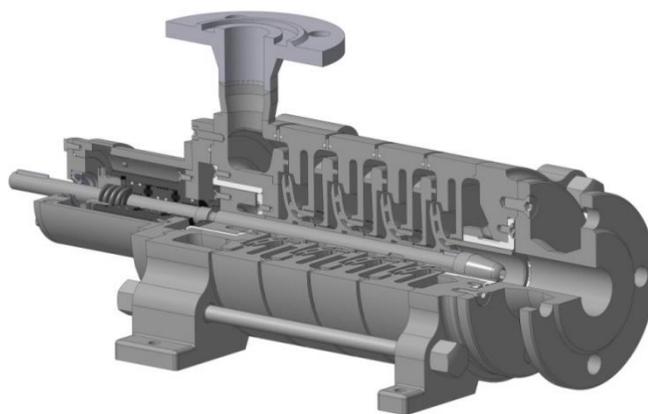


Рис. 1 – Примеры эскизного решения проектной задачи. Вариант № 1

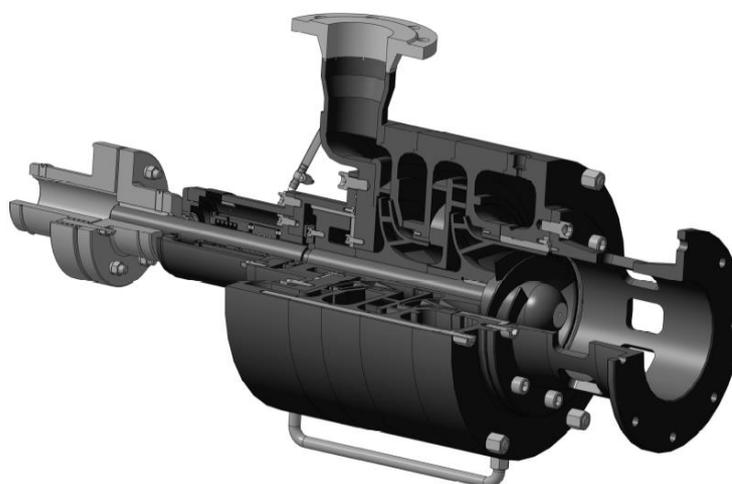


Рис. 2 – Примеры эскизного решения проектной задачи. Вариант № 2

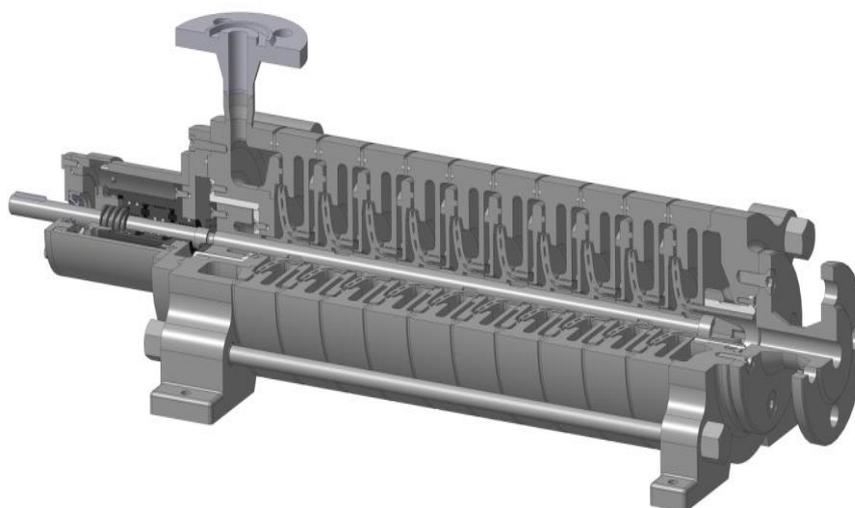


Рис. 3 – Примеры эскизного решения проектной задачи. Вариант № 3

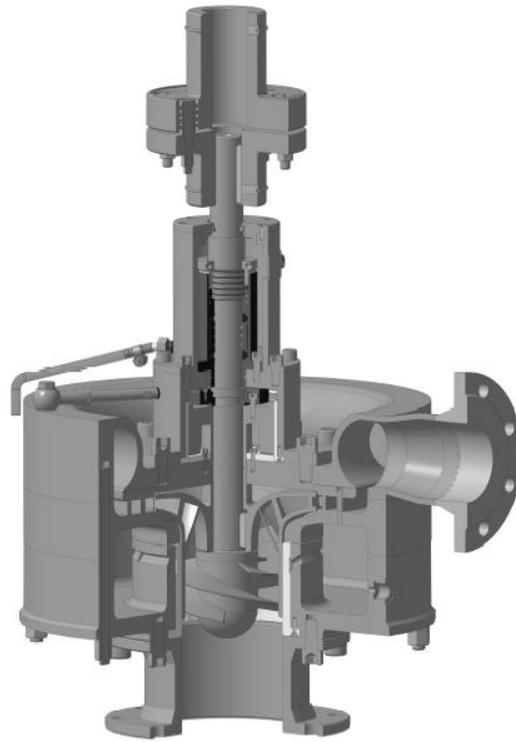


Рис. 4 – Примеры эскизного решения проектной задачи. Вариант № 4

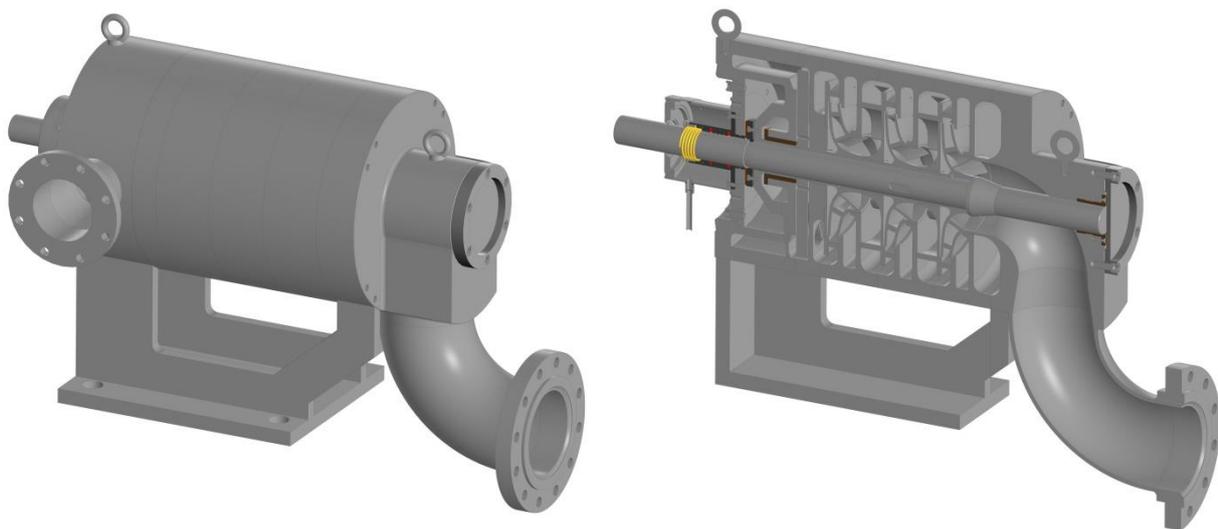


Рис. 5 – Примеры эскизного решения проектной задачи. Вариант № 5

**Задание 2 (варианты 6-10):** Для заданной компоновочной схемы и типоразмера ПГУ с ВПГ (см. рис. 6) разработать эскизное проектное решение по размещению оборудования ПГУ в капитальном укрытии энергоблока. Обосновать выбор основного и вспомогательного оборудования по результатам численной оптимизации параметров принципиальной тепловой схемы ПГУ. Здесь 1 - высоконапорный парогенератор, 2 - электрогенератор, 3 - ГТУ, 4 - вспомогательный утилизационный котёл, 5-газовый инжектор. Принципиальная расчетная тепловая схема ПГУ с ВПГ показана на рисунке 7. Примеры эскизного решения проектной задачи для вариантов 6-7 представлены на рисунке 8.

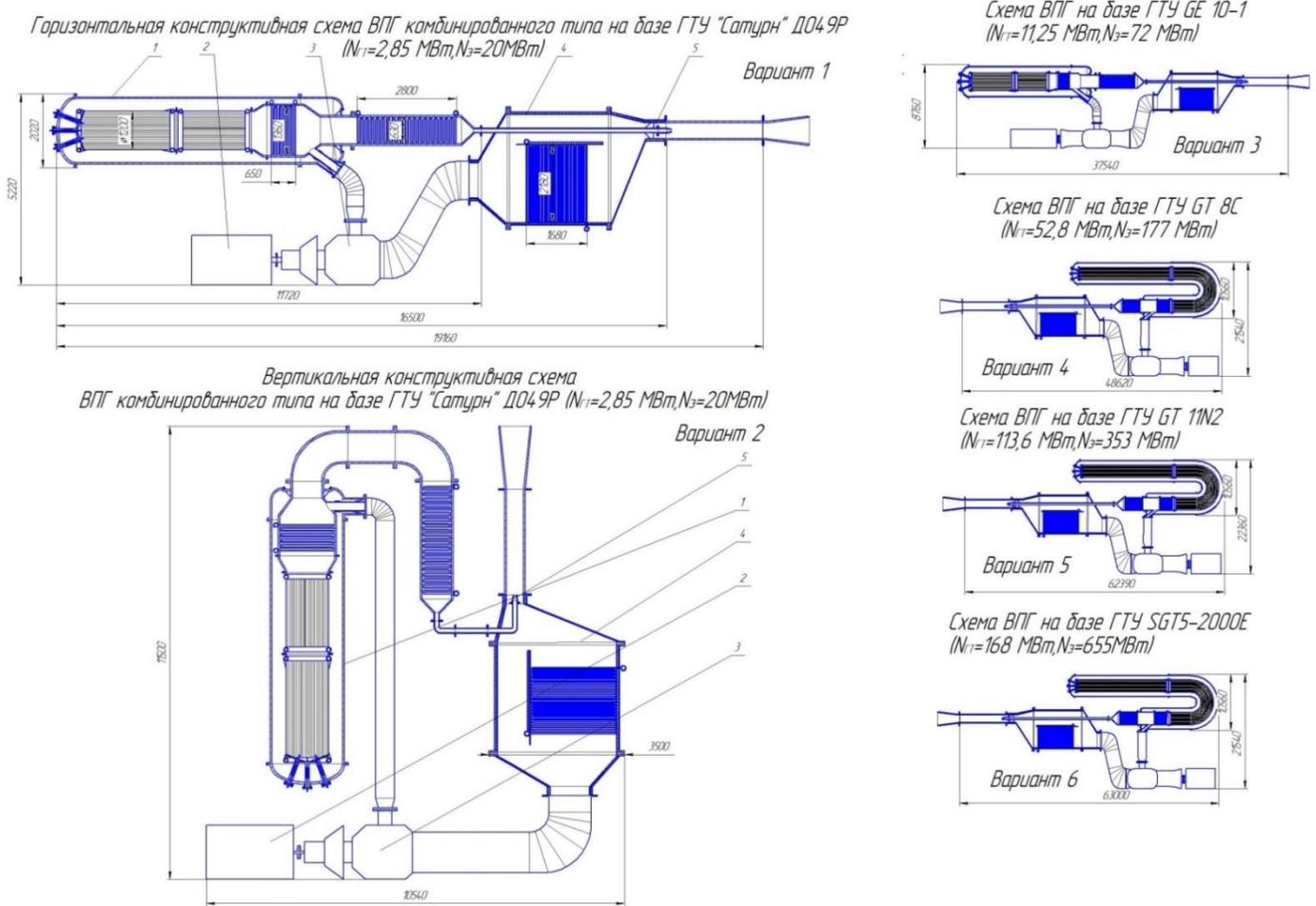


Рис. 6 – Предлагаемые компоновочной схемы и типоразмеры ПГУ с ВПГ

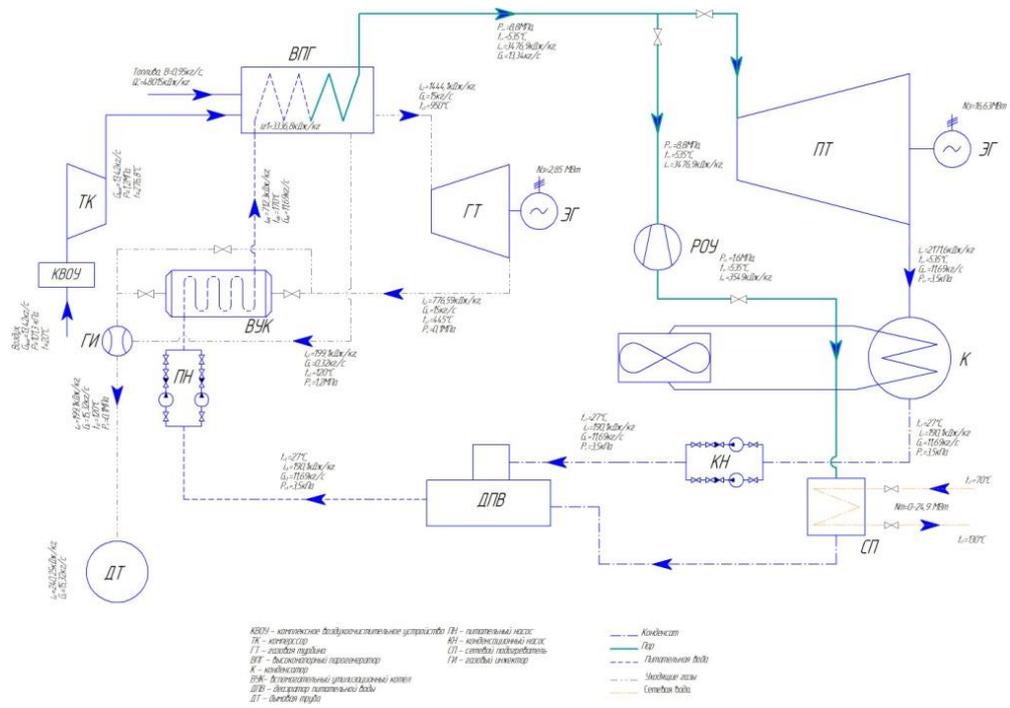


Рис. 7 – Принципиальная расчетная тепловая схема ПГУ с ВПГ

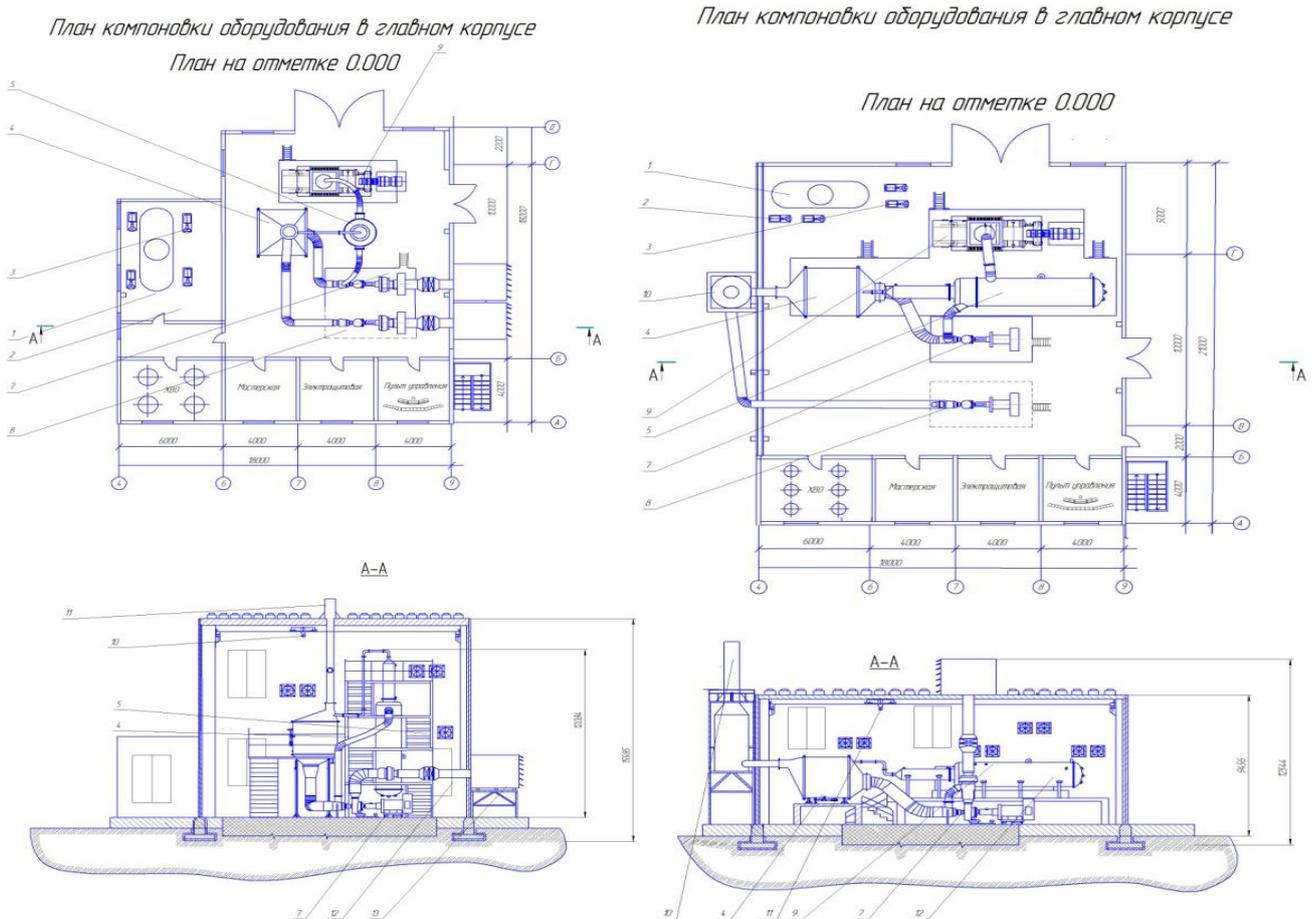


Рис. 8 – Примеры графической части эскизного решения проектного задания №2 для вариантов № 6, 7. Размещение оборудования в главном корпусе ТЭС



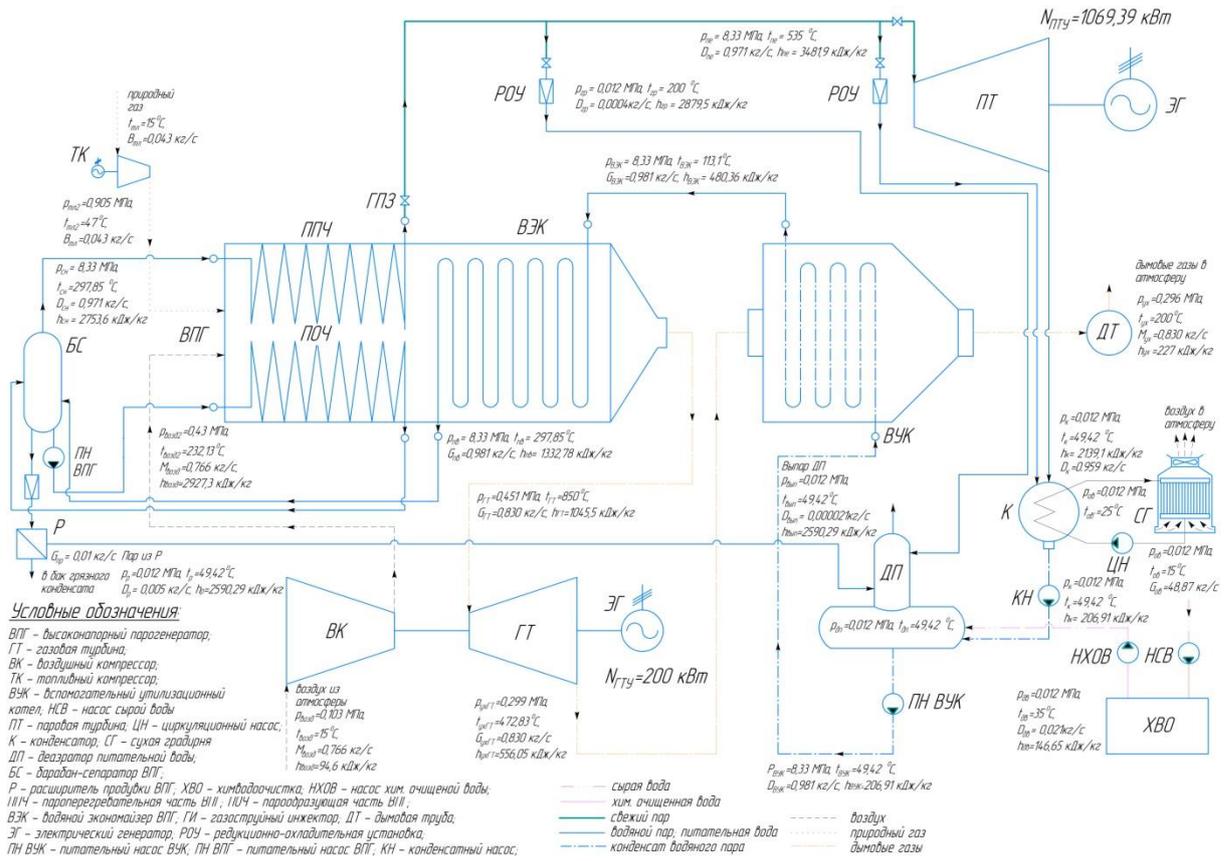


Рис. 10 – Принципиальная расчетная тепловая схема ПГУ (Варианты № 12, 13)

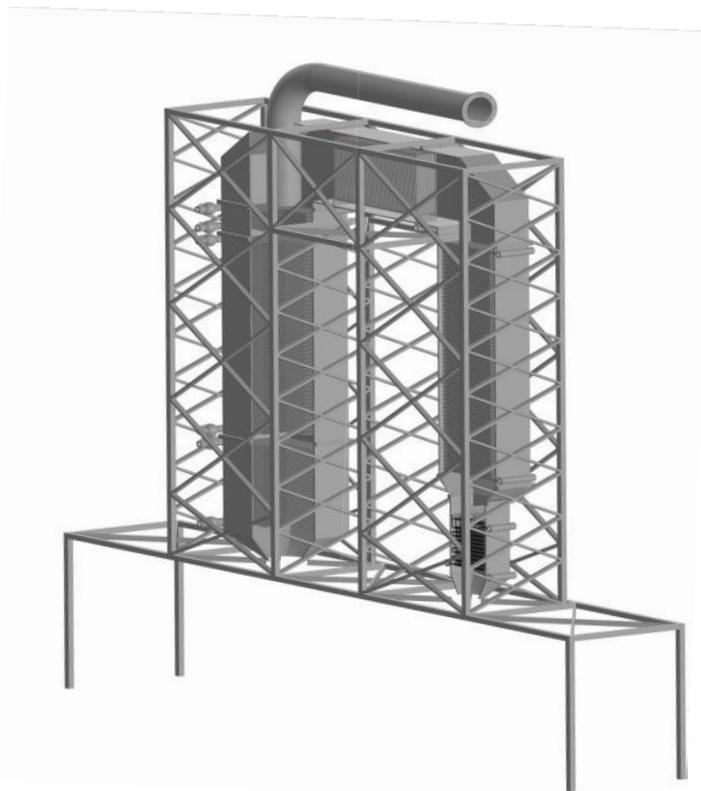


Рис. 11. – Примеры эскизного решения проектной задачи для варианта №11

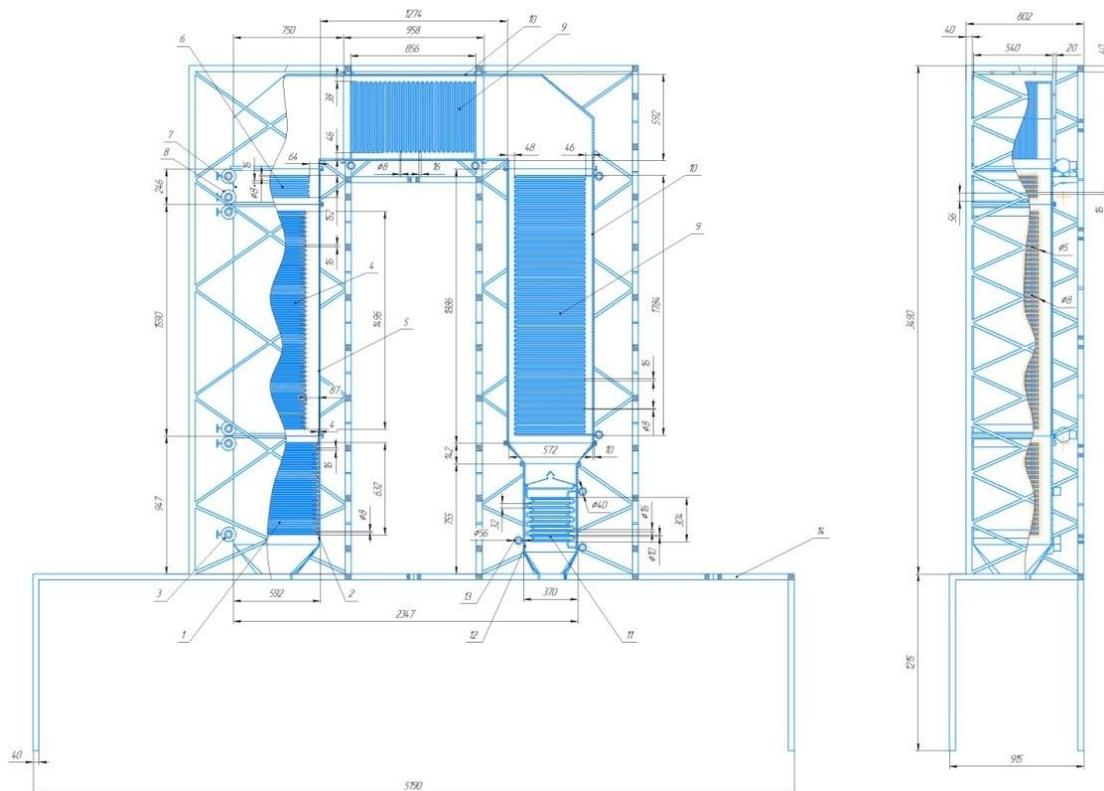


Рис. 12 – Примеры эскизного решения проектной задачи для варианта №11

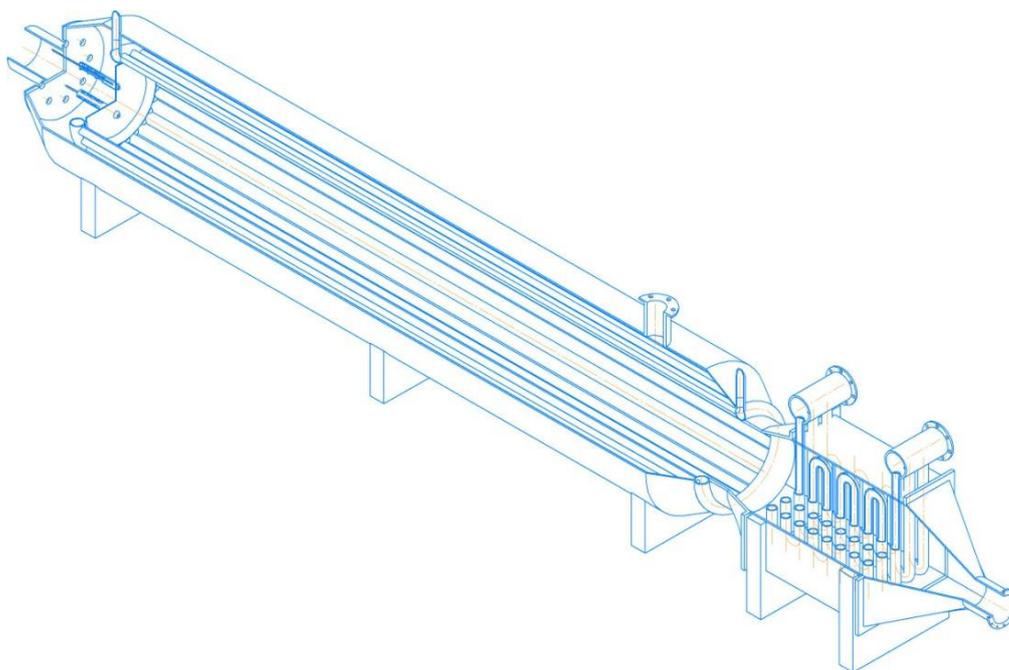


Рис. 13 – Примеры эскизного решения проектной задачи для варианта №12

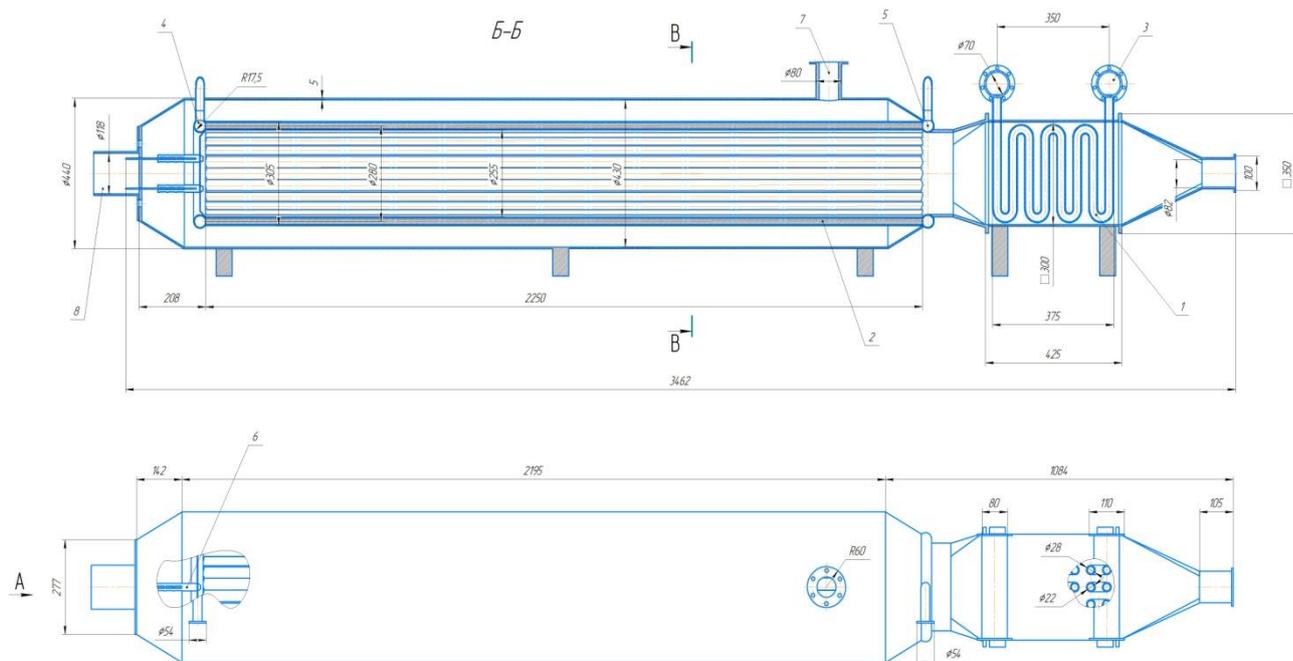


Рис. 14 – Примеры эскизного решения проектной задачи для варианта №12

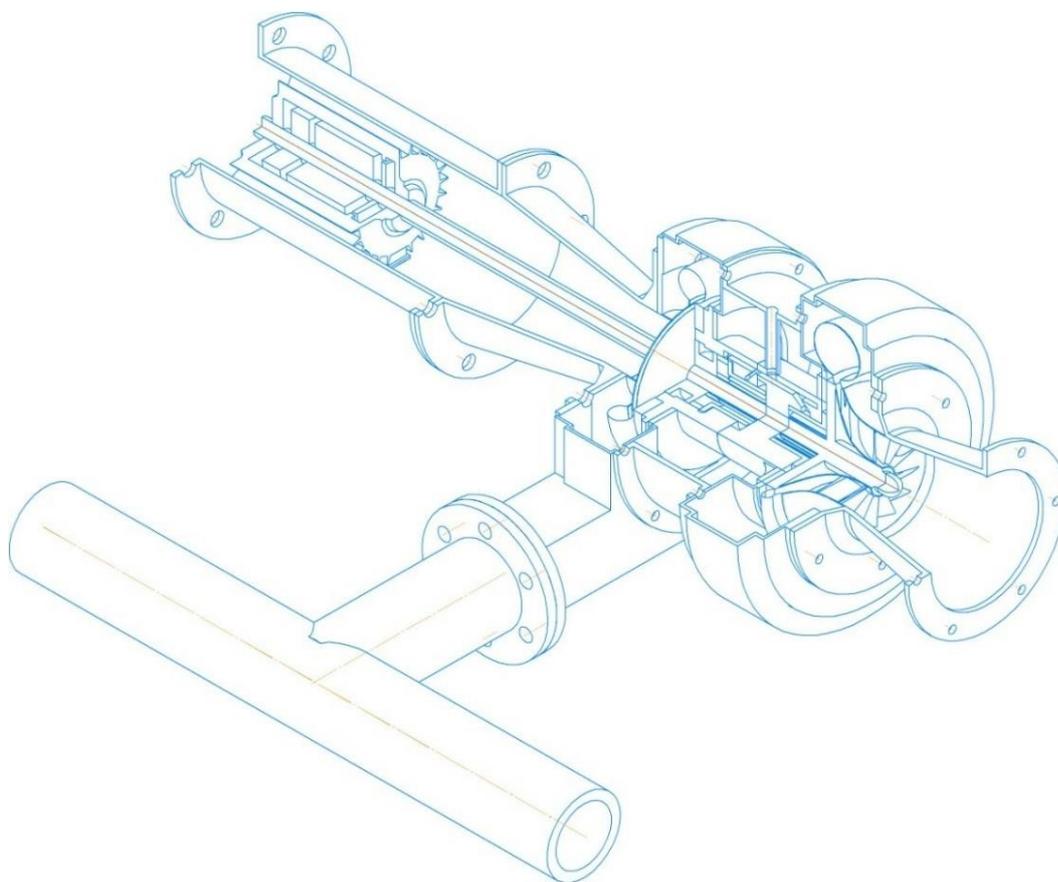


Рис. 15 – Примеры эскизного решения проектной задачи для варианта № 13

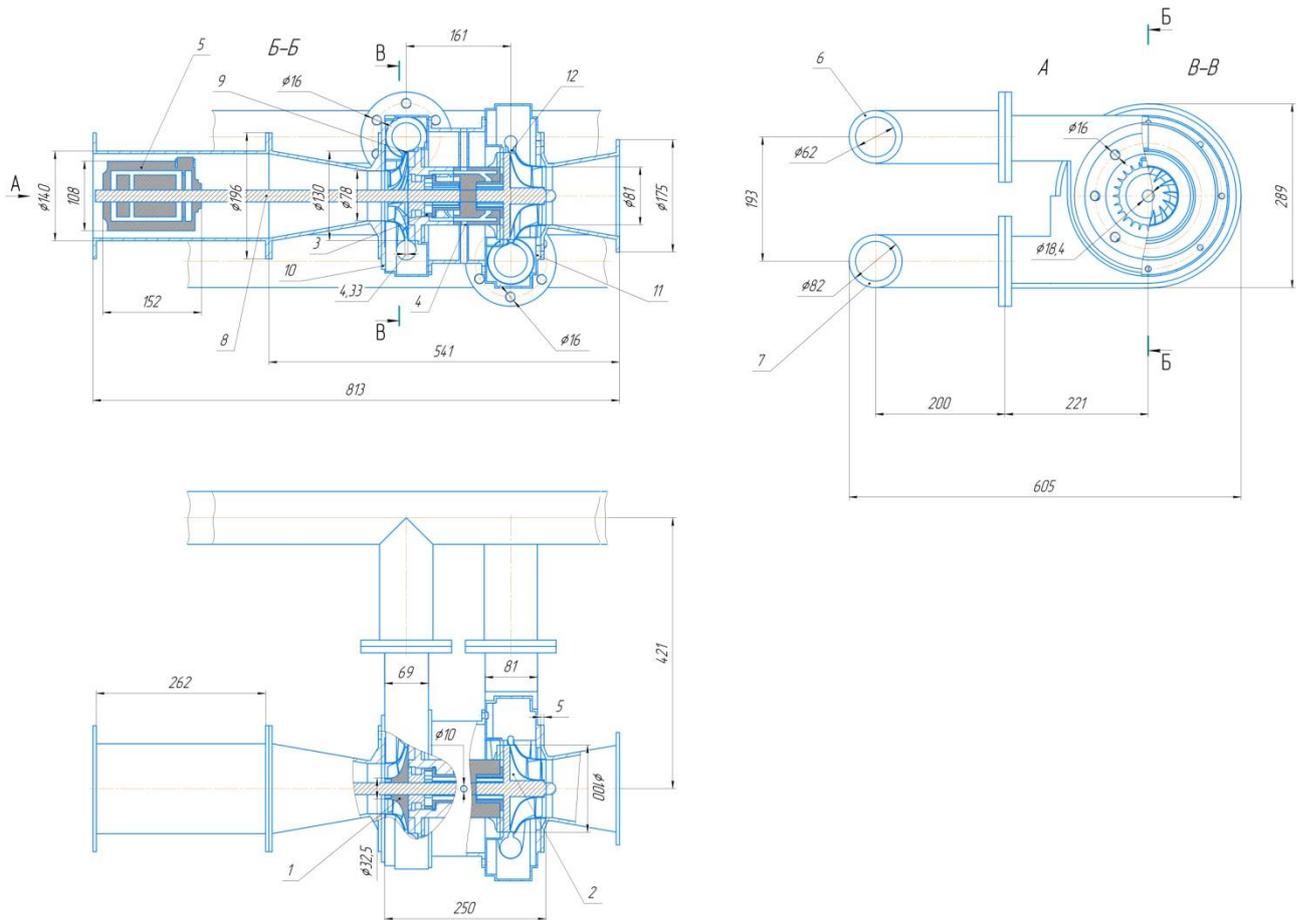


Рис. 16 – Примеры эскизного решения проектной задачи для варианта № 13

Оценивание результатов сдачи контрольной работы («зачтено» или «не зачтено») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 4.

Таблица 4 – Система оценок и критерии оценивания контрольной работы

Система оценок		Критерий
«отлично»	Зачтено	Методика и порядок расчёта верные. Ошибки отсутствуют, либо имеются несущественные вычислительные ошибки
«хорошо»		Методика и порядок расчета верные. Имеются вычислительные ошибки, обусловленные невнимательностью при расчётах, которые не привели к существенному искажению результата
«удовлетворительно»		Имеются незначительные ошибки в методологии, ошибки в промежуточных расчётах, обусловленные неполным пониманием принципа расчёта, при этом конечный результат имеет приемлемые отклонения
«не удовлетворительно»	Не зачтено	Применена неверная методология, нарушен порядок расчета, имеется серьезная системная ошибка, обусловленная непониманием принципа расчёта и приведшие к ошибочному результату

#### 4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Цифровое проектирование теплоэнергетического оборудования» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Преподаватели-разработчики – к.т.н., доцент А.Г. Филонов, доцент С.В. Юрков

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства протокол № 6 от 26.08.2025.

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бельих