

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Председатель оргкомитета,  
Ректор университета



С.Г. Емельянов

2022 г.

**ОТЧЕТ**

об организации и проведении заключительного этапа Международной  
студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01  
Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
(уровень магистратуры)

Курск 2022

## Содержание отчета

1. Приказ ректора базовой образовательной организации о проведении Олимпиады
2. Положение базовой образовательной организации о проведении Олимпиады
3. Состав оргкомитета, жюри, мандатной и апелляционной комиссий
4. Перечень образовательных организаций высшего образования, участников Олимпиады
5. Список студентов, участников Олимпиады (Фамилия, имя, отчество, образовательная организация)
6. Задания Олимпиады
7. Эталонные решения заданий Олимпиады
8. Список победителей и призеров Олимпиады (протоколы №1, №2, №3 заседания жюри Олимпиады)
9. Описание культурно-познавательной программы
10. Информация о проведении Олимпиады в средствах массовой информации
11. Инновации в проведении и организации мероприятия. Предложения и рекомендации оргкомитета по проведению последующих мероприятий.

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

**П Р И К А З**

23 марта 2022 г.

№ 363

Курск

**Об организации и проведении заключительного этапа международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры)**

На основании решения Правления Международной общественной организации содействия строительному образованию «Ассоциация строительных высших учебных заведений» (АСВ) и Президиума Федерального учебно-методического объединения в системе высшего образования по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки 08.00.00 «Техника и технологии строительства» (Российская Федерация) от «28» мая 2021 г. № 83, письма Ответственного секретаря АСВ Слепнев М.А. от 10.02.2022 г. № 423-16/4, письмо ЮЗГУ от 21.02.2022 г. № 20-39/474, служебной записки заведующего кафедрой теплогазоснабжения п р и к а з ы в а ю:

1. Провести на базе ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (далее - ЮЗГУ) заключительный этап международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) с 30 марта 2022 г. по 02 апреля 2022 г. (далее по тексту – Олимпиада). Форма проведения – очно с учетом разобщения граждан (участников Олимпиады), соблюдением масочного режима и социального дистанцирования.

2. Создать организационный комитет Олимпиады в следующем составе:

Емельянов Сергей Геннадьевич, д.т.н., профессор, ректор ЮЗГУ – председатель;

Семичева Наталья Евгеньевна, к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения – зам. председателя;

Умеренкова Элина Владимировна, к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения – член оргкомитета.

3. Создать жюри Олимпиады в следующем составе:

Пахомова Е.Г. – к.т.н., доцент, декан факультета архитектуры и строительства - председатель;

Семичева Н.Е. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой теплогазоснабжения – зам. председателя;

Умеренкова Э.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения;

Умеренков Е.В. - к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения;

Щедрина Г.Г. – к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения;

Представители других образовательных организаций, предприятий, организаций и ассоциаций работодателей.

4. Создать апелляционную комиссию Олимпиады в следующем составе:

Поливанова Т.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения – председатель;

Жмакин В.А. – к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения;

Морозов В.А. – к.т.н., доцент, профессор кафедры теплогазоснабжения;

Представители других образовательных организаций, предприятий, организаций и ассоциаций работодателей.

5. Создать мандатную комиссию Олимпиады в следующем составе:

Поздняков А.И. – заведующий лабораториями теплогазоснабжения – председатель;



Бурцев А.П. – аспирант кафедры теплогазоводоснабжения;

Соловьев А.Д. – учебный мастер кафедры теплогазоводоснабжения.

6. Утвердить и ввести в действие положение федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» «Об организации и проведении заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры).

7. Председателю и членам жюри разработать конкурсные задания для проведения студенческой олимпиады и критерии их оценки.

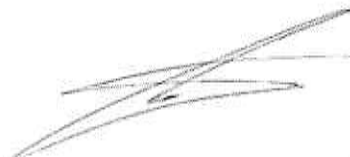
8. Начальнику учебно-методического управления (Протасов В.В.) выделить аудитории для проведения Олимпиады.

9. Директору столовой (Чаплыгина В.А.) предусмотреть возможность оказания услуг питания участникам Олимпиады и сопровождающих их лиц за счет личных средств участников.

10. Начальнику отдела системного администрирования и технической поддержки (Крипачёв А.В.) обеспечить мультимедийное сопровождение Олимпиады.

11. Контроль за исполнением приказа возлагается на декана факультета строительства и архитектуры (Пахомова Е.Г.).

Проректор по учебной работе




О.Г. Локтионова

Приложение №1 к приказу ЮЗГУ от  
«13» марта № 963

УТВЕРЖДАЮ

Председатель оргкомитета,  
ректор университета

  
С.Г. Емельянов

«13» марта 2022 г.

## ПОЛОЖЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»

### ОБ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ЭТАПА МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 08.04.01 СТРОИТЕЛЬСТВО, ПРОФИЛЬ «ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ» (УРОВЕНЬ МАГИСТРАТУРЫ)

#### 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Заключительный этап международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция», (уровень магистратуры) (далее по тексту - Олимпиада) проводится согласно Положения об организации и проведении студенческих олимпиад в области строительства, утвержденного решением Правления АСВ от «28» мая 2021 г. № 83, письма Ответственного секретаря АСВ Слепнев М.А. от 10.02.2022 г. № 423-16/4, письмо ЮЗГУ от 21.02.2022 г. № 20-39/474.

1.2 Олимпиада проводится на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (далее по тексту – Университет) и призвана способствовать повышению качества подготовки студентов, выявлению одаренных студентов, повышению уровня их компетентности и креативности, конкурентных преимуществ на рынке труда, расширению и укреплению сотрудничества образовательных организаций, входящих в Международную общественную организацию содействия строительному образованию (АСВ) (далее по тексту – Организация-участник).

1.3 Основными задачами Олимпиады являются: совершенствование учебно-методического обеспечения, оценочных средств образовательных программ высшего образования; повышение интереса студентов к избранной профессии; выявление одаренной молодежи и создание условий для её поддержки; формирование кадрового потенциала работодателей в сфере строительства; расширение взаимодействия образовательных организаций, осуществляющих подготовку кадров для строительной отрасли.



1.4 Информация о проведении Олимпиады и ее результатах размещается на сайте Университета <https://swsu.ru/structura/up/fsa/tgv/all-russian-student-olympiad-umo-dia/>.

Адрес Университета: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.

1.5 Заявка на участие в Олимпиаде (Приложение 1) направляется студентами 1 и 2 курсов, обучающимися по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогасоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) и являющимися победителями или призерами отборочных этапов Олимпиады, на электронную почту оргкомитета [nsemicheva@yandex.ru](mailto:nsemicheva@yandex.ru) до 20.03.2022 года (включительно)

1.6 Участники, не представившие заявку в указанный в п. 1.5 Положения срок не допускаются до состязаний.

## 2. УЧАСТНИКИ ОЛИМПИАДЫ

2.1. К участию в Олимпиаде на добровольной основе допускаются студенты 1 и 2 курсов (далее по тексту – Участники), граждане Российской Федерации и государств Содружества Независимых Государств, осваивающие образовательные программы высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогасоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры), победители или призеры отборочных этапов Олимпиады, которых направляют Организации-участники.

2.2. Участники перед началом состязаний обязаны пройти регистрацию и инструктаж по технике безопасности.

2.3. Участники Олимпиады обязаны иметь при себе:

- паспорт;
- студенческий билет;
- заявление о согласии на обработку персональных данных участника;
- оригинал или копию документа, подтверждающего статус победителя или призера отборочного этапа Олимпиады.

2.4. Лица, сопровождающие Участников Олимпиады (представители Организаций-участников из числа научно-педагогических работников), несут персональную ответственность за поведение, жизнь и безопасность студентов в пути следования и в период проведения мероприятий Олимпиады.

2.5. Оплата командировочных расходов Участникам и сопровождающим Участников Олимпиады (представителям Организаций-участников из числа научно-педагогических работников) для участия в мероприятиях Олимпиады производится направляющими их Организациями-участниками за счет собственных средств.

2.6. Финансирование подготовки проведения Олимпиады осуществляется за счет средств Университета, добровольных пожертвований Организаций-участников, взносов спонсоров, попечителей образовательной организации.

## 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ОЛИМПИАДЫ

3.1. Для организации и проведения Олимпиады приказом ректора Университета утверждаются составы оргкомитета, жюри, мандатной и апелляционной комиссий.

3.2. Председателем оргкомитета заключительного этапа Олимпиады является ректор Университета. В состав оргкомитета включаются проректоры и ведущие научно-педагогические работники Университета.

3.3. Оргкомитет Олимпиады осуществляет следующие функции:

- разрабатывает Положение о проведении Олимпиады (Положение утверждается председателем оргкомитета);
- определяет конкретные сроки проведения мероприятия, разрабатывает его программу и доводит информацию о нём до Организаций-участников Олимпиады, не позднее, чем за месяц до его начала;
- организует встречу, размещение, питание, отъезд участников Олимпиады;
- организует проведение мероприятий Олимпиады;
- утверждает распределение мест среди участников Олимпиады;



– осуществляет подготовку отчётной документации по итогам Олимпиады.

3.4. Жюри Олимпиады выполняет следующие задачи:

– составляет и утверждает задания Олимпиады;  
– утверждает критерии и шкалы оценивания ответов на задания Олимпиады;  
– рекомендует Оргкомитету для утверждения критерии оценки ответов на задания Олимпиады;

– проводит оценку работ (ответов) участников в соответствии с утверждёнными методикой и критериями оценки;

– проводит разбор работ с участниками Олимпиады.

3.5. В состав жюри Олимпиады включаются представители (из числа научно-педагогических работников) команд Организаций-участников, высококвалифицированные преподаватели Университета, а также представители работодателей, приглашенные на Олимпиаду.

3.6. Мандатная комиссия:

– проверяет полномочия участников Олимпиады,

– проверяет соответствие условий и порядка проведения Олимпиады в соответствии с Положением, утвержденным в Университете,

– проводит шифровку и дешифровку работ,

– ведёт подсчёт баллов работ (ответов) участников и составляет проект распределения мест.

В состав мандатной комиссии входят представители Университета. Члены мандатной комиссии не входят в состав жюри.

3.7. Апелляционная комиссия рассматривает претензии Участников Олимпиады сразу после объявления предварительных результатов. В состав апелляционной комиссии входят компетентные представители как Университета, так и Организаций-участников.

3.8. Все решения жюри, мандатной и апелляционной комиссий протоколируются и подписываются председателем Оргкомитета.

## 4. ПРОВЕДЕНИЕ ОЛИМПИАДЫ

4.1. Перед началом процедуры Олимпиады Мандатная комиссия обязана проверить соответствие Участников требованиям Положения. Участники, не соответствующие требованиям Положения, решением Оргкомитета не допускаются к участию в Олимпиаде.

4.2. Формирование заданий Олимпиады для Участников Олимпиады производится путём комбинирования частей заданий, представленных Организациями-участниками Олимпиады.

Задания Олимпиады должны иметь заранее разработанные и утверждённые жюри эталонные (правильные) ответы и решения, на основании сравнения с которыми будет производиться оценка работ (ответов) участников.

4.3. Олимпиада включает выполнение теоретических и практических заданий, содержание которых соответствует ФГОС ВО 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры).

4.4. Структура заданий Олимпиады включает в себя 3 блока:

Блок 1 содержит задачи тестового типа по теплоснабжению, газоснабжению, теплогенерирующим установкам, отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплофизике, основам научных исследований, организации и управлению в системах теплогазоснабжения и вентиляции.

Блок 2 – содержит задачи, направленные:

- на способность студентов определять исходные данные для проектирования, проводить расчетное обоснование;

- на знания студентами конструктивных элементов систем теплогазоснабжения и вентиляции, методов мониторинга и оценки технического состояния систем теплогазоснабжения и вентиляции;

Блок 3 – содержит проектно-исследовательскую задачу, направленную на предложение, обоснование и реализацию студентами методов рационального проектирования внутридомовых



систем теплогасоснабжения и вентиляции, направленных на повышение их энергоэффективности и потребительского качества.

4.5. Продолжительность выполнения участниками заданий Олимпиады – три астрономических часа.

4.6. Критерии и шкалы оценивания заданий должны быть утверждены до начала ответов участников на задания. Максимальное количество баллов оценки заданий тестового типа не должно превышать 40% от максимального количества баллов оценивания всех заданий.

4.7. В качестве критериев оценивания ответов на задания используются правильность (соответствие эталонному), точность и полнота ответа, аккуратность и качество представления, оформления ответа.

4.8. Оценка работ (ответов) участников производится членами жюри в баллах.

4.9. Задания тестового типа, оцениваются в бинарной или трёхбалльной шкалах (в зависимости от сложности).

4.10. Задания по решению практических задач оцениваются по пятибалльной шкале.

4.11. В приложении 2 приведены шкалы оценивания работ, которые необходимо применять при оценивании работ. При необходимости решением жюри они могут быть дополнены.

4.12. Все Участники этапа Олимпиады отвечают на один вариант задания. Ответы на задания всеми участниками заполняются на бланках, выданных Мандатных комиссией.

4.13. Использование участниками в процессе ответов на задания учебной и научной литературы (за исключением нормативной и справочной), а также средств мобильной связи не допускается.

4.14. Во время проведения Олимпиады, в аудиториях, в которых проводится выполнение участниками заданий, могут находиться только члены мандатной комиссии и жюри.

4.15. Выполненная работа на проверку сдается под номером. По окончании выполнения участники олимпиады сдают работу в мандатную комиссию.

4.16. Результаты оценивания должны быть доведены до участников в течение 24 часов с момента окончания выполнения Участниками Олимпиады заданий.

4.17. В течение 2 часов после объявления результатов Участники Олимпиады могут подать апелляцию на оценки жюри.

4.18. При проверке ответов апелляционная комиссия имеет право как повысить оценку по апеллируемому вопросу (или оставить ее прежней), так и понизить ее в случае обнаружения ошибок, не замеченных при первоначальной проверке. Решение апелляционной комиссии является окончательным и должно быть учтено при окончательном распределении мест.

## 5. ПОРЯДОК ПОДВЕДЕНИЯ ИТОГОВ ОЛИМПИАДЫ

5.1. Итоги Олимпиады подводит Жюри.

5.2. Проект распределения мест производится Мандатной комиссией и утверждается Оргкомитетом

5.3. При большом количестве (более 10) участников Олимпиады распределение мест может проводиться не только в целом, но и по номинациям. Количество номинаций устанавливается таким образом, чтобы количество участников в номинации было не менее пяти.

5.4. В каждой из номинаций, а также Олимпиаде в целом должно быть утверждено не более трёх призёров. Призёры – это участники, занявшие первое, второе и третье места. Первое место в целом по Олимпиаде может быть присуждено только одно. Общее количество призёров Олимпиады не должно превышать трети участников.

5.5. При определении призёров Олимпиады отдается предпочтение работам, в которых в полной мере раскрылись знания, умения, навыки, характеризующие освоение профессиональных компетенций и продемонстрирован опыт решения задач профессиональной деятельности.



5.6. Призёры этапа Олимпиады награждаются дипломами Университета. Решением оргкомитета Университета призёры этапа Олимпиады могут награждаться памятными подарками.

5.7. Результаты проведения Олимпиад обсуждаются на совещании оргкомитета Университета совместно с руководителями команд. Рекомендации этого совещания направляются в составе отчета в Секретариат АСВ. Результаты мероприятий в рамках Олимпиад выставляются Университетом на сайте <https://swsu.ru/structura/up/fsa/tgv/all-russian-student-olympiad-umo-dia/>, передаются в Секретариат АСВ для размещения на сайте АСВ.

5.8. Отчет о проведении мероприятий заключительного этапа Олимпиады готовится оргкомитетом Университета и высылается в секретариат АСВ в течение двух недель после окончания мероприятия (Приложение 3). Отчёт подписывается председателем Оргкомитета Университета.

Приложение 1

Заявка на участие в заключительном этапе международной студенческой олимпиаде по  
Теплогасоснабжению и вентиляции (уровень магистратуры)

1. Образовательная организация высшего образования:	
2. Фамилия, имя, отчество студента(ов):	
- контактный телефон	
- электронный адрес (e-mail)	
3. Фамилия, имя, отчество сопровождающего преподавателя представителя Организации-участника:	
- контактный телефон	
- электронный адрес (e-mail)	



Приложение 2

Критерии и шкалы оценивания ответов на задания Олимпиады  
Двухбалльная шкала оценивания

Характеристика ответа	Количество баллов
Ответ неверен или не получен	0
Ответ верен	1

Трехбалльная шкала оценивания

Характеристика ответа	Количество баллов
Ответ неверен или не получен	0
Ответ верен не полностью	1
Ответ полностью верен	2

Пятибалльная шкала оценивания

Характеристика ответа	Количество баллов
Ответ не получен или не соответствует вопросу	0
Суть ответа верна, но ответ находится в начальной стадии	1
Ответ в целом верный, но не полный, содержит грубые смысловые ошибки или слабо аргументирован	2
Ответ верный, но недостаточно полон и/или содержит ошибки	3
Ответ верный и полный, но содержит смысловые неточности и/или представлен (оформлен) не аккуратно	4
Ответ верный и развёрнутый, не содержит ошибок и неточностей, аккуратно оформлен	5

СТРУКТУРА  
отчета базовой образовательной организации  
об организации и проведении этапа Олимпиады

1. Приказ ректора базовой образовательной организации о проведении Олимпиады
2. Положение базовой образовательной организации о проведении Олимпиады
3. Состав оргкомитета, жюри, мандатной и апелляционной комиссий
4. Перечень ОО ВО, участников мероприятия
5. Список студентов, участников Олимпиады (Фамилия, Имя, Отчество, образовательная организация, курс)
6. Задания Олимпиады с эталонными ответами
7. Список победителей и призёра Олимпиады
8. Описание культурно-познавательной программы
9. Информация о проведении Олимпиады в средствах массовой информации
10. Инновации в проведении и организации мероприятия. Предложения и рекомендации оргкомитета по проведению последующих мероприятий.



**Состав оргкомитета, жюри, мандатной и апелляционной комиссий**  
заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по  
направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль  
«Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры)  
(на основании приказа ректора ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный  
университет» от 23 марта 2022 г. № 363)

**Организационный комитет**

1. Емельянов Сергей Геннадьевич, д.т.н., профессор, ректор ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» – зам. председателя – председатель;
2. Семичева Наталья Евгеньевна, к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» – зам. председателя;
3. Умеренкова Элина Владимировна, к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» – член оргкомитета.

**Жюри**

1. Пахомова Е.Г. – к.т.н., декан факультета архитектуры и строительства ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» - председатель;
2. Семичева Н.Е. – к.т.н., заведующий кафедрой теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» - зам. председателя;
3. Умеренкова Э.В. - к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»;
4. Умеренков Е.В. - к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»;
5. Щедрина Г.Г. – к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»;
6. Леонтьев В.А. – к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»;
8. Зиганшин А.М. – к.т.н., доцент кафедры теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»;
9. Яковлев В.А. – к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»;
10. Чичиров К.О. – к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»;
7. Крюков И.В. – к.т.н., ассистент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»;

11. Курасов И.С. – ассистент, инженер кафедры жилищно-коммунального хозяйства, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет».

#### **Мандатная комиссия**

1. Поздняков А.И. – заведующий лабораториями кафедры теплогазоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» – председатель;

2. Бурцев А.П. – аспирант кафедры теплогазоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»;

3. Соловьев А.Д. – учебный мастер кафедры теплогазоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет».

#### **Апелляционная комиссия**

1. Поливанова Т.В. – к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» – председатель;

2. Жмакин В.А. – к.т.н., доцент кафедры теплогазоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»;

3. Морозов В.А. – к.т.н., профессор кафедры теплогазоснабжения, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет».

#### **Перечень образовательных организаций высшего образования**

участников заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

(уровень магистратуры)

1. ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»

2. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

3. ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

4. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

5. ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

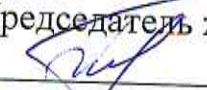
6. ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»



### Список студентов

участников заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
(уровень магистратуры)

№ п.п.	Фамилия, имя, отчество участника	Образовательная организация
2	3	4
1.	Сафин Адель Ильнурович	ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
2.	Габидуллина Айгуль Маратовна	ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
3.	Гайфуллин Амир Айратович	ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
4.	Ефанова Анастасия Сергеевна	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
5.	Белоконов Евгений Павлович	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
6.	Шафеев Дмитрий Юрьевич	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
7.	Береснева Снежана Александровна	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
8.	Клубникина Кристина Валерьевна	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
9.	Рогачев Егор Алексеевич	ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
10.	Горбачев Кирилл Александрович	ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
11.	Сергеев Михаил Олегович	ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
12.	Попова Мария Евгеньевна	ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
13.	Шевченко Ирина Михайловна	ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
14.	Гольцов Иван Данилович	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова»
15.	Коротенко Илья Александрович	ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова»

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель жюри  
  
Е.Г. Пахомова  
«25» марта 2022 г.

## Задания

заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры)

### Блок 1

Задачи тестового типа (вес каждой задачи 1 балл)

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

1. С какой стороны плоской поверхности увеличение скорости теплоносителя позволит в наибольшей степени интенсифицировать теплопередачу?
  - a. со стороны меньшего коэффициента теплоотдачи;
  - b. со стороны большего коэффициента теплоотдачи;
  - c. одинаково с любой стороны;
  - d. не повлияет на теплопередачу;
  - e. повлияет, если только коэффициенты теплоотдачи равны.
  
2. Что называется граничными условиями третьего рода?
  - a. заданы температура окружающей среды и закон теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой;
  - b. распределение плотности теплового потока на поверхности тела для любого момента времени;
  - c. распределение температуры на поверхности тела для любого момента времени;
  - d. заданы температуры соприкасающихся поверхностей (они равны между собой) и тепловой поток, проходящий через поверхности соприкосновения материалов стенки;
  - e. распределение температуры во всем объеме тела в начальный момент времени.



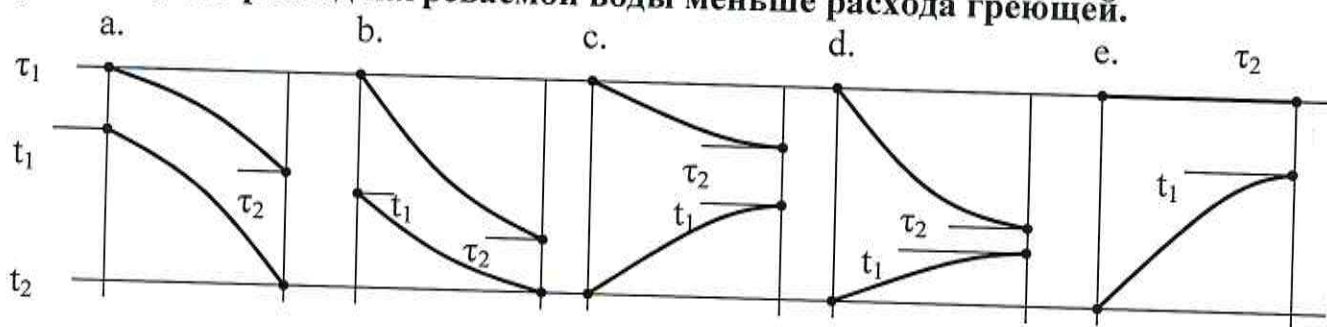
**3. Градиент температуры - это ...**

- a. вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры и численно равный производной от температуры по этому направлению;
- b. вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону убывания температуры, и численно равный производной от температуры по этому направлению;
- c. количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу площади поверхности стенки толщиной в 1 м при разности температур в один градус Цельсия или Кельвина;
- d. количество теплоты, которое проходит в единицу времени через единицу поверхности;
- e. вектор, направленный по нормали к изотермической поверхности в сторону возрастания температуры.

**4. Почему в скоростных подогревателях горячего водоснабжения водопроводная (нагреваемая) вода протекает по трубкам, а сетевая (греющая) – по межтрубному пространству, а не наоборот?**

- a. для увеличения коэффициента теплопередачи;
- b. для облегчения очистки трубок от накипи;
- c. для уменьшения температурных удлинений;
- d. для упрощения схемы включения подогревателей.

**5. Выберите верную схему изменения температур теплоносителей для противоточного водоводяного подогревателя при условии, что расход нагреваемой воды меньше расхода греющей.**



**6. Как предотвратить образование кристаллогидратов в газопроводах?**

- a. осушить газ до точки росы, температура которой должна быть ниже температуры газа в трубопроводах;
- b. увлажнить газ до точки росы, температура которой должна быть ниже температуры газа в трубопроводах;
- c. осушить газ до точки росы, температура которой должна быть выше температуры газа в трубопроводах;
- d. увлажнить газ до точки росы, температура которой должна быть выше температуры газа в трубопроводах;
- e. осушить газ до точки росы, температура которой должна быть равна температуре газа в трубопроводах.

7. Ограничивает интенсивность теплообмена при положении человека около нагретых и охлажденных поверхностей:

- a. температура внутреннего воздуха;
- b. первое условие комфортности;
- c. второе условие комфортности;
- d. температура поверхности пола.

8. Можно ли использовать в качестве циркуляционного насос, развивающий напор 4 м.вод.ст, при зависимом присоединении потребителя к тепловой сети, если перепад давлений в тепловой сети - 20 кПа, а гидравлические потери в системе теплоснабжения - 60 кПа? ( $P_0 = 300$  кПа,  $H_{зд} = 30$  м)

- a. нет;
- b. да;
- c. да, если производительность насоса равна расходу системы теплоснабжения;
- d. да, если его установить на подающей магистрали;
- e. да, если его установить на обратной магистрали.

9. Какое из определений относится к «светлому» газовому инфракрасному излучателю?

- a. с вентиляторным газогорелочным блоком, отводом продуктов горения за пределы помещения и температурой излучающей поверхности менее  $600^{\circ}\text{C}$ ;
- b. с открытой атмосферной горелкой без организованного отвода продуктов горения и температурой излучающей поверхности более  $600^{\circ}\text{C}$ ;
- c. ни одно из перечисленных.

10. По каким параметрам следует принимать температуру воздуха в холодный период года в обслуживаемой зоне жилых помещений?

- a. допустимым;
- b. оптимальным.

11. Гидравлическая и тепловая устойчивость систем отопления, теплоснабжения – это...

*(закончите определение)*

12. Концентрацию вредных веществ в приточном воздухе при выходе из воздухораспределителей и других приточных отверстий для производственных помещений следует принимать не более...

- a. ПДК;
- b. 20% ПДК;
- c. 50% ПДК;
- d. 30% ПДК.



**13. В каком случае системы внутреннего теплоснабжения и отопления допускается присоединять по зависимой схеме:**

- a. при теплоснабжении зданий от автономного источника теплоты;
- b. при централизованном теплоснабжении производственных и административно-бытовых зданий;
- c. при централизованном теплоснабжении жилых и общественных зданий;
- d. все перечисленные варианты.

**14. В каком случае разводящие трубопроводы систем внутреннего теплоснабжения и отопления допускается прокладывать без уклона в горизонтальных поквартирных системах отопления?**

- a. при скорости движения воды в трубопроводах из стальных труб - 0,25 м/с и более;
- b. при скорости движения воды в трубопроводах - из медных и полимерных труб - 0,1 м/с и более;
- c. в стесненных условиях;
- d. допускается без ограничений;
- e. не допускается.

**15. При какой температуре следует проводить монтаж труб в ПСУ изоляции?**

- a. при температуре выше 5°C;
- b. при температуре не ниже 15°C;
- c. при положительной температуре наружного воздуха;
- d. не регламентируется.

**16. Внутренняя эффективность организации зависит от:**

- a. уровня совокупной производительности труда;
- b. уровня техники безопасности на производстве;
- c. уровня заработной платы;
- d. уровня корпоративной культуры;
- e. уровня энергосбережения.

**17. Назовите категории потребителей тепла, для которых не допускается использование встроенных теплогенераторных, мощностью до 360 кВт**

- a. здания производственного или складского назначения;
- b. жилые многоквартирные здания;
- c. вокзалы;
- d. объекты религиозного назначения;
- e. все перечисленное.

18. Для каких потребителей не распространяется требование - Давление газа во внутренних газопроводах не должно превышать 0,005 МПа?

- a. котельные отдельно стоящие;
- b. котельные пристроенные, встроенные и крышные общественных, административных и бытовых зданий;
- c. котельные пристроенные и крышные жилых зданий;
- d. общественные здания (кроме зданий, установка газоиспользующего оборудования в которых не допускается) и складские помещения;
- e. жилые здания.

19. Какая из температур наиболее низкая?

- a. температура сухого термометра;
- b. температура мокрого термометра;
- c. температура точки росы.

20. Коэффициент теплопроводности жидкости в потоке с увеличением скорости:

- a. остается неизменным;
- b. увеличивается;
- c. уменьшается;
- d. увеличивается или уменьшается;
- e. увеличивается, уменьшается или остается постоянным.

## Блок 2

(вес каждой задачи 7 баллов)

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

### Задача 1

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6)

Определить поверхность нагрева рекуперативного теплообменника при противоточном движении теплоносителей. Теплоносителем является газ при нормальных физических условиях  $G=200 \text{ м}^3/\text{ч}$  с начальной температурой  $t_1=650^\circ\text{C}$  и конечной  $t_2=250^\circ\text{C}$ . Необходимо нагреть некоторый объем воздуха от  $t_3=21^\circ\text{C}$  до  $t_4=180^\circ\text{C}$ . Принять коэффициент теплопередачи  $20 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ , а теплоемкость газа постоянной величиной. Среднюю объемную изобарную теплоемкость газа принять равной  $C_{ст}=1,32 \text{ КДж}/(\text{м}^3\text{К})$



## Задача 2

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

Определить требуемые (СП 50.13330.2012) параметры для оконного проема жилого дома.

### Исходные данные:

- температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 – минус 24 °С;
- продолжительность отопительного периода – 211 суток;
- средняя температура отопительного периода – минус 1,4°С;
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 3,9 м/с;
- температура внутреннего воздуха –  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ;
- высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты),  $H=15,3$  м.

## Задача 3

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

Определить удельную вентиляционную характеристику здания 2-х этажного детского сада  $k_{\text{вент}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}}$  (рекуперация не предусмотрена).

### Исходные данные:

- средняя температура отопительного периода – минус 1,4°С;
- расчетная площадь пола –  $A_p = 3259,6 \text{ м}^2$ ;
- расчетный объем здания –  $20256 \text{ м}^3$ ;
- коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций – 0,85;
- число часов работы механической вентиляции в течение недели – 72 ч;
- число часов учета инфильтрации в течение недели – 168 ч;
- расход приточного воздуха по техническому заданию принять равным  $7 \cdot A_p$ .

## Задача 4

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

Рассчитать количество плоских солнечных коллекторов ЯSolar для сезонной гелиосистемы горячего водоснабжения жилого дома, предназначенной для снятия пиковой нагрузки системы ГВС в неотапливаемый период.

### Исходные данные:

- расход горячей воды на снятие пиковой нагрузки системы ГВС,  $V_{\Delta} = 0,36 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- количество часов пиковой нагрузки 3 ч;
- технические характеристики солнечного коллектора ЯSolar:
  - размеры: 2065 x 1073 x 105 мм;
  - площадь абсорбера:  $2,0 \text{ м}^2$ ;

оптический КПД: 80,4 %.

Значения суточного прихода суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность в период работы системы геотеплоснабжения, МДж/м<sup>2</sup>, отражены на рисунке.



Рис.— Суточный приход суммарной солнечной радиации по месяцам

### Задача 5

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

Определить простой срок окупаемости и эффективность внедрения автономной газовой котельной в качестве источника теплоснабжения для предприятия автотранспорта, если его теплопотребление за один отопительный период составляет 227,30 Гкал. Эффективность внедрения обосновать показателем чистого дисконтированного дохода (ЧДД).

#### Исходные данные:

- цена тепловой энергии от центрального источника тепла – 1818,68 руб/Гкал;
- цена кубического метра природного газа – 6,03 руб/м<sup>3</sup>;
- теплотворная способность природного газа – 8 Гкал/м<sup>3</sup>
- капитальные вложения на внедрение автономной газовой котельной – 797344,825 руб;
- среднегодовой уровень инфляции – 4,6%;
- норма дисконтирования – 6,5%.

### Задача 6

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

Рассчитать годовую потребность условного топлива для теплоснабжения двухэтажного здания гостиницы. Потребность в тепловой энергии на нужды механической приточной вентиляции на планируемый период отсутствует. Потребность в тепловой энергии на производственные и другие нужды на планируемый период отсутствует.



### Исходные данные:

- расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых зданий,  $t_i = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования  $t_o = \text{минус } 25^\circ\text{C}$ ;
- среднее значение температуры наружного воздуха  $t_{om} = \text{минус } 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- продолжительность функционирования систем  $n = 205 \text{ сут}$ ;
- объем здания по наружному обмеру выше отметки  $\pm 0,000$  (отапливаемый объем),  $V_H = 15041 \text{ м}^3$ ;
- норма расхода горячей воды на горячее водоснабжение на водоразборные приборы для потребителя,  $g_{um}^h = 85 \text{ л/ч}$ ;
- количество водоразборных приборов  $m = 88 \text{ шт.}$

## Блок 3

(творческое задание) (38 баллов +10 баллов)  
(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

Тема: «Разработка мероприятий по обеспечению тепловой и гидравлической устойчивости системы теплоснабжения производственного объекта»

### Выполнение задания предполагает:

1. Выполнение проверки соответствия фактического потокораспределения в системе теплоснабжения (рис.1) требуемому (соответствия гидравлической невязки допустимому значению) (1-5 баллов).

2. Анализ возможности и целесообразности использования различных, существующих подходов обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости применительно к системе теплоснабжения производственного объекта и обоснованный выбор наиболее оптимального решения (решений) (1-13 баллов)\*.

\* только при условии выполнения п.1

3. Выполнение проектных расчетов по реализации предложенного метода обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости системы теплоснабжения производственного объекта (1-20 баллов).

### Критерии оценки:

- обоснованность предлагаемых решений;
- энергоэффективность проекта;
- полнота и правильность расчетов;
- использование прогрессивных и нестандартных технических решений и вариантность предлагаемых решений (дополнительные баллы 1-10).

### Исходные данные:

- теплоноситель – вода, с параметрами  $t_r = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_o = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- плотность теплоносителя принять  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;

- при проведении расчетов допускается потерями в местных сопротивлениях в магистралях пренебречь;
- теплопроводы магистралей и подводок к потребителям тепла выполнены из труб водогазопроводных по ГОСТ 3262-75\*(обыкновенные);
- характеристика сопротивления всех потребителей тепла  $S = 0,2 \text{ Па}/(\text{кг/ч})^2$ ;
- тепловая нагрузка всех потребителей тепла  $Q = 7 \text{ кВт}$ ;
- тепловая нагрузка постоянная;
- длина каждого из участков магистралей  $l = 20 \text{ м}$ .

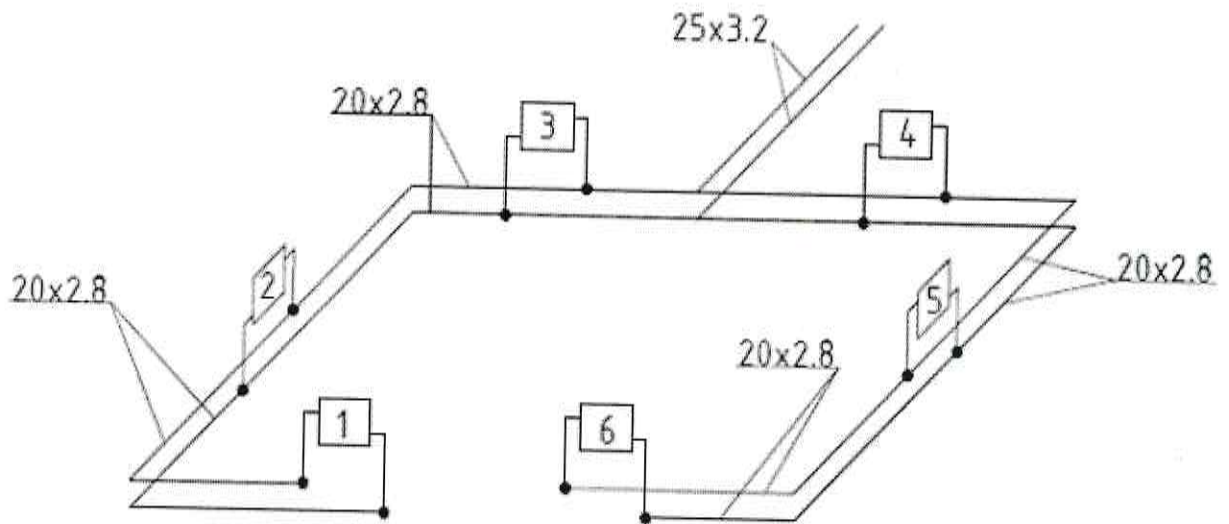
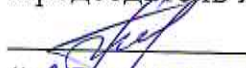


Рис.1 – Принципиальная схема системы теплоснабжения



УТВЕРЖДАЮ

Председатель жюри

  
Е.Г. Пахомова

« 20 » марта 2022 г.

## Эталонные решения заданий

заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры)

### Блок 1

**Задачи тестового типа (вес каждой задачи 1 балл)**

- 1 - а
- 2 - а
- 3 - а
- 4 - b
- 5 - с
- 6 - а
- 7 - с
- 8 - а
- 9 - b
- 10 - b
- 11 **Гидравлическая и тепловая устойчивость систем отопления, теплоснабжения:** Способность системы поддерживать заданное расчетное распределение расхода теплоносителя при изменении расхода и теплоотдачи по всем отдельным участкам, отопительным приборам и другим элементам системы.
- 12 - d
- 13 - b
- 14 - d
- 15 - с
- 16 - а
- 17 - b
- 18 - а
- 19 - с
- 20 - а

## БЛОК 2

(вес каждой задачи 5 баллов)

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

### Задача 1

(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6)

Определить поверхность нагрева рекуперативного теплообменника при противоточном движении теплоносителей. Теплоносителем является газ при нормальных физических условиях  $G = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$  с начальной температурой  $t_1=650 \text{ }^\circ\text{C}$  и конечной  $t_2=250 \text{ }^\circ\text{C}$ . Необходимо нагреть некоторый объем воздуха от  $t_3=21 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $t_4=180 \text{ }^\circ\text{C}$ . Принять коэффициент теплопередачи  $20 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ , а теплоемкость газа постоянной величиной. Среднюю объемную изобарную теплоемкость газа принять равной  $C_{ст}=1,32 \text{ КДж}/(\text{м}^3\text{К})$ .

### Решение

1. Определяем объемный расход греющего газа:

$$V_{II} = \frac{200}{3600} = 0,0556 \text{ м}^3/\text{с}.$$

2. Находим количество тепла, передаваемого в теплообменнике от газа к нагреваемой среде:

$$Q = V_{II} \cdot C'_{ст} \cdot (t_1 - t_2) = 0,0556 \cdot 1,32(650 - 250) = 29,33 \text{ кВт}.$$

3. Среднеарифметический температурный напор равен

$$\begin{aligned} \Delta t_{ср.л} &= \frac{(t_1 - t_4) - (t_2 - t_3)}{\ln \frac{t_1 - t_4}{t_2 - t_3}} = \\ &= \frac{(650 - 180) - (250 - 21)}{\ln \frac{650 - 180}{250 - 21}} = 335 \text{ }^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

4. Поверхность нагрева теплообменного аппарата равна

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{ср.л}} = \frac{29,33 \cdot 10^3}{20 \cdot 335} = 4,38 \text{ м}^2.$$



## Задача 2

### (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

Определить требуемые (СП 50.13330.2012) параметры для оконного проема жилого дома.

#### Исходные данные:

- температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 – минус 24 °С;
- продолжительность отопительного периода - 211 суток;
- средняя температура отопительного периода - минус 1,4°С;
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 3,9 м/с;
- температура внутреннего воздуха -  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ;
- высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты),  $H=15,3$  м.

#### Решение

Требуемое сопротивление теплопередаче оконного проема  $R^{TP}_{ок}$ , ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ), в зависимости от величины градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$ГСОП = (t_{в} - t_{ср.от}) \cdot Z,$$

$t_{ср.от} = -1,4$  – средняя температура отопительного периода, °С;

$Z=211$  – продолжительность отопительного периода, сут.

$$ГСОП = (20 - (-1,4)) \cdot 211 = 4515$$

$$R^{TP}(4000) = 0,45 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R^{TP}(6000) = 0,6 \text{ (м}^2\text{°C/Вт)},$$

$$R^{mp}_{ок} = \frac{4515 - 4000}{6000 - 4000} \cdot (0,6 - 0,45) + 0,45 = 0,49 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Требуемое сопротивление воздухопроницанию светопрозрачной конструкции  $R^{тр}_{инн}$ ,  $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}{\text{кг}}$ , определяют по формуле:

$$R^{mp}_{инн} = \frac{1}{G_n} \cdot \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}},$$

где  $G_n = 5$  кг/м<sup>2</sup>ч – требуемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции, (при  $\Delta p_0 = 10$  Па);

$\Delta p_0 = 10$  Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой экспериментально определяется сопротивление воздухопроницанию конструкций выбранного типа.

Разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$ , Па, следует определять по формуле:

$$\Delta p = 0,55 \cdot H \cdot (\gamma_n - \gamma_a) + 0,03 \cdot \gamma_n \cdot v^2,$$

где  $H$  - высота здания (от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты), м;

$\gamma_n, \gamma_v$  - удельный вес соответственно наружного и внутреннего воздуха,  $\text{Н/м}^3$ , определяемый по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t},$$

где  $t$  - температура воздуха: внутреннего (для определения  $\gamma_v$ ) и наружного (для определения  $\gamma_n$ );

$v$  - максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь.

$$\gamma_v = \frac{3463}{273 + 20} = 11,8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3},$$

$$\gamma_n = \frac{3463}{273 - 24} = 13,9 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}.$$

$$\Delta p = 0,55 \cdot 15,3 \cdot (13,9 - 11,8) + 0,03 \cdot 13,9 \cdot 3,9^2 = 24,01 \text{Па}$$

Требуемое сопротивление воздухопроницанию светопрозрачной конструкции:

$$R_{\text{пр ш}} = \frac{1}{5} \cdot \left( \frac{24,01}{10} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,36 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

### Задача 3

#### (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

Определить удельную вентиляционную характеристику здания 2-х этажного детского сада  $k_{\text{вент}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{°С}}$  (рекуперация не предусмотрена).

#### Исходные данные:

- средняя температура отопительного периода – минус  $1,4\text{°С}$ ;
- расчетная площадь пола -  $A_p = 3259,6 \text{ м}^2$ ;
- расчетный объем здания –  $20256 \text{ м}^3$ ;
- коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций -  $0,85$ ;
- число часов работы механической вентиляции в течение недели -  $72 \text{ ч}$ ;
- число часов учета инфильтрации в течение недели –  $168 \text{ ч}$ ;
- расход приточного воздуха по техническому заданию принять равным  $7 \cdot A_p$ .

#### Решение

Удельная вентиляционная характеристика здания  $k_{\text{вент}}$ , определяется по формуле (Г.2) (СП 50.13330.2012):

$$k_{\text{вент}} = 0,28 \cdot c \cdot n_e \cdot \beta_v \cdot \rho_v^{\text{вент}} \cdot (1 + k_{\text{эф}});$$

При этом:

$c = 1 \text{ кДж/(кг°С)}$  – удельная теплоемкость воздуха;



$\beta_v = 0,85$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций;

$k_{эф} = 0$  – коэффициент эффективности рекуператора;

$\rho_{вент}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период определяется по формуле (Г.3) (СП 50.13330.2012):

$$\rho_{вент} = 353 / [273 + t_{от}] = 353 / [273 - 1,4] = 1,29 \text{ кг/м}^3.$$

$n_v$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, определяемая по формуле (Г.4) (СП 50.13330.2012):

$$n_v = \frac{\frac{L_{вент} \cdot n_{вент}}{168} + \frac{G_{инф} \cdot n_{инф}}{168} \cdot \rho_{вент}}{\beta_v \cdot V_{от}} ;$$

где  $L_{вент}$  – количество приточного воздуха в здании.

$n_{вент}$  – число часов работы механической вентиляции в течение недели,  $n_{вент} = 72$ ;

168 – число часов в неделе;

$G_{инф}$  – количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч: для общественных зданий – воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей в нерабочее время, определяемое согласно пункту Г.3 (СП 50.13330.2012) как:

$$G_{инф} = 0,1 \cdot \beta_v \cdot V_{общ} ;$$

$$G_{инф} = 0,1 \cdot 0,85 \cdot 20256 = 2582,66 \text{ кг/ч.}$$

$n_{инф} = 168$  – число часов учета инфильтрации в течение недели;

$$L_{вент} = 7 \cdot A_p = 7 \cdot 3259,6 = 22817,2 \text{ м}^3 / \text{час};$$

$A_p = 3259,6 \text{ м}^2$  – расчетная площадь;

Кратность воздухообмена составляет:

$$n_v = \frac{\frac{22817,2 \cdot 72}{168} + \frac{2582,66 \cdot 168}{168} \cdot 1,29}{0,85 \cdot 20256} = 0,68 \text{ ч}^{-1}$$

$$k_{вент} = 0,28 \cdot 1 \cdot 0,68 \cdot 0,85 \cdot 1,29 \cdot 1 = 0,21 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{°C}}$$

## Задача 4

### (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)

Рассчитать количество плоских солнечных коллекторов JSolar для сезонной гелиосистемы горячего водоснабжения жилого дома, предназначенной для снятия пиковой нагрузки системы ГВС в неотапительный период.

#### Исходные данные:

- расход горячей воды на снятие пиковой нагрузки системы ГВС,  $V_{\Delta}=0,36 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

- количество часов пиковой нагрузки 3 ч;

- технические характеристики солнечного коллектора JSolar:

размеры: 2065 x 1073 x 105 мм;

площадь абсорбера: 2,0 м<sup>2</sup>;

оптический КПД: 80,4 %.

Значения суточного прихода суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность в период работы системы гелиотеплоснабжения, МДж/м<sup>2</sup>, отражены на рисунке.



Рис.— Суточный приход суммарной солнечной радиации по месяцам

#### Решение

Рассчитаем необходимое суточное количество тепловой энергии от системы гелиотеплоснабжения для нагрева теплоносителя до заданной температуры в неотапительный период, МДж, по формуле:

$$Q = 3 \cdot V_{\Delta} \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (55 - t_{wcs}) \cdot 10^{-3}, \text{ МДж},$$

где 3 — количество часов пиковой нагрузки, ч;

$V_{\Delta}$  — расход горячей воды на снятие пиковой нагрузки системы ГВС, м<sup>3</sup>/ч,

$\rho_w$  — плотность воды, кг/м<sup>3</sup>, равная 1000 кг/м<sup>3</sup>;



$c_w$  – удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°С), равная 4,2 кДж/(кг·°С);

55 – конечная температура теплоносителя, °С;

$t_{wcs}$  – температура холодной воды в неотапительный период, °С, принимается равной 15°С.

$$Q = 3 \cdot 0,36 \cdot 1000 \cdot 4,2 \cdot (55 - 15) \cdot 10^{-3} = 181,44 \text{ МДж.}$$

Рассчитаем суточное количество тепловой энергии по месяцам от одного солнечного коллектора, МДж, по формуле:

$$q_i = S_i \cdot A \cdot \eta_{кпд}, \text{ МДж,}$$

где  $S_i$  – суточный приход суммарной солнечной радиации в  $i$ -ый месяц использования солнечного коллектора, МДж;

$A$  – площадь абсорбера солнечного коллектора,  $m^2$ , равная 2,0  $m^2$ ;

$\eta_{кпд}$  – оптический КПД солнечного коллектора, %.

апрель:  $q_1 = 12,72 \cdot 2,0 \cdot 0,804 = 20,45 \text{ МДж};$

май:  $q_2 = 17,38 \cdot 2,0 \cdot 0,804 = 27,95 \text{ МДж};$

июнь:  $q_3 = 20,91 \cdot 2,0 \cdot 0,804 = 33,62 \text{ МДж};$

июль:  $q_4 = 19,23 \cdot 2,0 \cdot 0,804 = 30,92 \text{ МДж};$

август:  $q_5 = 16,39 \cdot 2,0 \cdot 0,804 = 26,36 \text{ МДж};$

сентябрь:  $q_6 = 11,22 \cdot 2,0 \cdot 0,804 = 18,04 \text{ МДж.}$

Получив значения суточного количества солнечной радиации по месяцам и имея значение необходимой суточной тепловой энергии получаемой от гелиосистемы, рассчитаем количество самих солнечных коллекторов:

$$n = \frac{Q}{q_6}, \text{ шт,}$$

где  $Q$  – суточное количество тепловой энергии от системы гелиотеплоснабжения для нагрева теплоносителя до заданной температуры в неотапительный период, МДж;

$q_6$  – наименьший из месяцев по суточному количеству тепловой энергии от одного коллектора, МДж.

$$n = \frac{181,44}{18,04} = 10 \text{ шт.}$$

## Задача 5

**(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)**

Определить простой срок окупаемости и эффективность внедрения автономной газовой котельной в качестве источника теплоснабжения для предприятия автотранспорта, если его теплопотребление за один отопительный период составляет 227,30 Гкал. Эффективность внедрения обосновать показателем чистого дисконтированного дохода (ЧДД).

### Исходные данные:

- цена тепловой энергии от центрального источника тепла - 1818,68 руб/Гкал;
- цена кубического метра природного газа - 6,03 руб/м<sup>3</sup>;
- теплотворная способность природного газа, 8 Гкал/м<sup>3</sup>
- капитальные вложения на внедрение автономной газовой котельной - 797344,825 руб;
- среднегодовой уровень инфляции – 4,6%;
- норма дисконтирования - 6,5%;

### Решение

Рассчитаем стоимость потребляемой тепловой энергии в отопительный период года, руб, при подключении к централизованной системе теплоснабжения:

$$C_1 = Q_{\text{осум}} \cdot c_1, \text{ руб,}$$

где  $c_1$  – цена тепловой энергии, руб/Гкал.

$$C_1 = 227,30 \cdot 1818,68 = 413386 \text{ руб.}$$

Рассчитаем стоимость потребляемой тепловой энергии в отопительный период года, руб, при использовании автономной газовой котельной в качестве источника теплоснабжения:

$$C_2 = Q_{\text{осум}} \cdot c_2, \text{ руб,}$$

где  $c_2$  – цена тепловой энергии при использовании газовой котельной, руб/Гкал,:

$$c_2 = \frac{1000}{Q_r \cdot \eta} \cdot c_r, \text{ руб/Гкал,}$$

где  $Q_r$  – теплотворная способность природного газа,  $Q_r=8$  Гкал/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – коэффициент полезного действия котла,  $\eta=0,90$ ;

$c_r$  – цена кубического метра природного газа, руб/м<sup>3</sup>,

$$c_2 = \frac{1000}{8 \cdot 0,90} \cdot 6,03 = 837,5 \text{ руб/Гкал}$$

Тогда стоимость потребляемой тепловой энергии в отопительный период года, руб, при использовании автономной газовой котельной в качестве источника теплоснабжения:

$$C_2 = 227,30 \cdot 837,5 = 190363,75 \text{ руб.}$$

Годовая экономия денежных средств при использовании автономной газовой котельной в качестве источника теплоснабжения составляет:

$$C_3 = C_2 - C_1, \text{ руб,}$$

$$C_3 = 413386 - 190363,75 = 223022,25, \text{ руб.}$$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование в качестве источника теплоснабжения автономной газовой котельной уже в первый отопительный сезон не только нивелирует разницу в затратах на устройство котельной в сравнении с присоединением к централизованной системе теплоснабжения, но и будет более выгодным на долгой перспективе.



Определим простой срок окупаемости использования в качестве источника теплоснабжения автономной газовой котельной, лет,:

$$CO = \frac{KV_t}{c_e}, \text{ лет,}$$

где  $KV_t$  – капитальные вложения,  $KV_t = 797344,825$  руб,

$$CO = \frac{797344,825}{223022,25} \approx 4 \text{ года}$$

Определим эффективность внедрения автономной газовой котельной в качестве источника теплоснабжения. Эффективность внедрения характеризуется показателем чистого дисконтированного дохода (ЧДД) и рентабельность.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД), руб, характеризует эффективность вложений в развитие проекта и определяется:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T \frac{P_t}{(1+d)^t}, \text{ руб,}$$

где  $P_t$  – поток денежных средств в конкретный период срока окупаемости, с учетом среднегодового уровня инфляции, значения сведены в таблицу;

$t$  – год реализации проекта;

$d$  – норма дисконтирования, рекомендуется принимать ставку рефинансирования ЦБ (6,5%).

Если  $ЧДД \geq 0$  – проект является эффективным. Если  $ЧДД < 0$  – проект неэффективен с экономической стороны.

Таблица – Поток денежных средств при реализации проекта с учетом уровня инфляции

Год	Движение денежного капитала, KV, руб	Поток денежных средств (экономия) $P_t$ , руб
0	- 797344,825	0
1	0	223022,25
2	0	233281,274
3	0	244012,213
4	0	255236,775

$$ЧДД = -797344,825/(1+0,065)^0 + 223022,25/(1+0,065)^1 + 233281,274/(1+0,065)^2 + 244012,213/(1+0,065)^3 + 255236,775/(1+0,065)^4 = 18147,066 \text{ руб.}$$

Таким образом, использование в качестве источника теплоснабжения автономной газовой котельной экономически обоснованно и имеет малый срок окупаемости.

## Задача 6

### (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7)

Рассчитать годовую потребность условного топлива для теплоснабжения двухэтажного здания гостиницы. Потребность в тепловой энергии на нужды механической приточной вентиляции на планируемый период отсутствует. Потребность в тепловой энергии на производственные и другие нужды на планируемый период отсутствует.

#### Исходные данные:

- расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых зданий,  $t_i = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования  $t_o = \text{минус } 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- среднее значение температуры наружного воздуха  $t_{om} = \text{минус } 2,0 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- продолжительность функционирования систем  $n = 205 \text{ сут}$ ;
- объем здания по наружному обмеру выше отметки  $\pm 0,000$  (отапливаемый объем),  $V_H = 15041 \text{ м}^3$ ;
- норма расхода горячей воды на горячее водоснабжение на водоразборные приборы для потребителя,  $g_{um}^h = 85 \text{ л/ч}$ ;
- количество водоразборных приборов  $m = 88 \text{ шт.}$

#### Решение

Количество тепловой энергии, Гкал, необходимой для отопления зданий на планируемый период (отопительный период в целом, квартал, месяц, сутки:

$$Q_o = Q_{omax} \cdot \left( \frac{t_j - t_{om}}{t_j - t_o} \right) \cdot 24 \cdot n,$$

где  $Q_{omax}$  – максимальный часовой расход тепла на отопление (Гкал/ч);

$t_j$  – усредненное расчетное значение температуры воздуха внутри отапливаемых зданий,  $t_i = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

$t_o$  – расчетное значение температуры наружного воздуха для проектирования отопления в конкретной местности,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{om}$  – среднее значение температуры наружного воздуха за планируемый период,  $^\circ\text{C}$

$n$  – продолжительность функционирования систем отопления в планируемый период, сут

Максимальный часовой расход тепла на отопление  $Q_{omax}$  определен на основании (2.5) п.2.1.3 методических указаний по определению потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения ГУП АКХ им. К.Д.Панфилова.



$$Q_{o\max} = a q_o V_H (t_i - t_o) k_{nm} 10^{-6}$$

$a$  – поправочный коэффициент, учитывающий район строительства здания  $\alpha = 1,08$ ;

$q_o$  – удельная отопительная характеристика здания. Для двухэтажной гостиницы  $q_o = 0,37$  ккал/(м<sup>3</sup>·ч·°С);

$V_H$  – объем здания по наружному обмеру выше отметки  $\pm 0,000$  (отапливаемый объем),  $V_H = 15041$  м<sup>3</sup>;

$k_{nm}$  – повышающий коэффициент для учета потерь теплоты теплопроводами, проложенных в неотапливаемых помещениях,  $k_{nm} = 1,05$ .

$$Q_{o\max} = 1,08 \cdot 0,37 \cdot 15041 \cdot (18 - (-25)) \cdot 1,05 \cdot 10^{-6} = 0,271369 \text{ (Гкал/ч)} = 315,6 \text{ (кВт)}.$$

Суммарный часовой расход на отопление и вентиляцию  $Q_{nomi} = 0,271369$  Гкал/ч.

Значение годового расхода тепла на отопление равно:

$$Q_o = 0,271369 \cdot \left( \frac{18+2}{18+25} \right) \cdot 24 \cdot 205 = 620,99 \text{ (Гкал)}.$$

- расход теплоты на горячее водоснабжение за год

$$Q_h = g_{um}^h m c [(t_h - t_c^3) Z_3 + \beta (t_h - t_c^n) Z_n] (1 + K_{mn}) \cdot 10^{-6}.$$

В формулах приняты следующие обозначения:

$g_{um}^h$  – норма расхода горячей воды на горячее водоснабжение на единицу измерения л/ч;

$m$  – количество единиц измерения, отнесенное к суткам или сменам;

$\rho$  – плотность горячей воды,  $\rho = 1$  кг/л;

$t_h$  – средняя температура горячей воды принимается равной 55 °С,

$c$  – удельная теплоемкость горячей воды, принимается 1 ккал/(кг·°С);

$Z_3, Z_n$  – продолжительность работы системы горячего водоснабжения соответственно в отопительном и неотапливаемом периодах, сут.,  $Z_3 = 205$  сут.,  $Z_n = 146$  сут.;

$t_c^3$  – температура холодной (водопроводной) воды в отопительном периоде, принимается 5 °С;

$t_c^n$  – температура холодной (водопроводной) воды в неотапливаемом периоде, принимается 15 °С;

$\beta$  – коэффициент, учитывающий изменение среднего расхода воды на горячее водоснабжение в неотапливаемый период по отношению к отопительному периоду,  $\beta = 0,8$ ;

$K_{mn}$  – коэффициент, учитывающий тепловые потери системой горячего водоснабжения без наружных сетей горячего водоснабжения и полотенцесушителей,  $K_{mn} = 0,2$ .

Расход теплоты на горячее водоснабжение за год:

$$Q_h = 85 \cdot 88 \cdot 1 \cdot [(55 - 5) \cdot 205 + 0,8 (55 - 15) 147] (1 + 0,2) \cdot 10^{-6} = 134,23 \text{ (Гкал)}.$$

Суммарный годовогой расход тепла на отопление, горячее водоснабжение (см. таблицу А) «Потребность в теплоэнергии») равен (потери не учитываются так как равны 0%):

$$Q_{\Sigma} = Q_o + Q_v + Q_h + Q_m = 620,99 + 134,23 + 0 + 0 = 755,22 \text{ (Гкал)};$$

$$Q_{\Sigma} = 0,75522 \text{ (тыс. Гкал/год)}.$$

Годовой расход условного топлива на отопление, вентиляцию и ГВС, м<sup>3</sup>/год:

$$G_{\text{год}} = \frac{Q_{\text{от}} + Q_{\text{в}} + Q_{\text{год ГВС}}}{Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta}$$

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$  – низшая теплота сгорания топлива, ккал/м<sup>3</sup>;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$  – для условного топлива 7000 ккал/м<sup>3</sup>.

$\eta$  – КПД котельной установки.

$$G_{\text{год}} = \frac{755,22 \cdot 10^6}{7000 \cdot 0,9} = 119,88 \text{ туг/год}$$

### Блок 3

(творческое задание) (38 баллов +10 баллов)  
(ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6 , ОПК-7)

Тема: «Разработка мероприятий по обеспечению тепловой и гидравлической устойчивости системы теплоснабжения производственного объекта»

Выполнение задания предполагает:

4. Выполнение проверки соответствия фактического потокораспределения в системе теплоснабжения (рис. 1) требуемому (соответствия гидравлической невязки допустимому значению) (1-5 баллов).

5. Анализ возможности и целесообразности использования различных, существующих подходов обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости применительно к системе теплоснабжения производственного объекта и обоснованный выбор наиболее оптимального решения (решений) (1-13 баллов)\*.

\* только при условии выполнения п. 1

6. Выполнение проектных расчетов по реализации предложенного метода обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости системы теплоснабжения производственного объекта (1-20 баллов).

**Критерии оценки:**

- обоснованность предлагаемых решений;
- энергоэффективность проекта;
- полнота и правильность расчетов;
- использование прогрессивных и нестандартных технических решений и вариантность предлагаемых решений (дополнительные баллы 1-10).



### Исходные данные:

- теплоноситель – вода, с параметрами  $t_r=95\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_o=70\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- плотность теплоносителя принять  $\rho=1000\text{ кг/м}^3$ ;
- при проведении расчетов допускается потерями в местных сопротивлениях в магистралях пренебречь;
- теплопроводы магистралей и подводок к потребителям тепла выполнены из труб водогазопроводных по ГОСТ 3262–75\*(обыкновенные);
- характеристика сопротивления всех потребителей тепла  $S = 0,2\text{ Па}/(\text{кг/ч})^2$ ;
- тепловая нагрузка всех потребителей тепла  $Q = 7\text{ кВт}$ ;
- тепловая нагрузка постоянная;
- длина каждого из участков магистралей  $l = 20\text{ м}$ ;

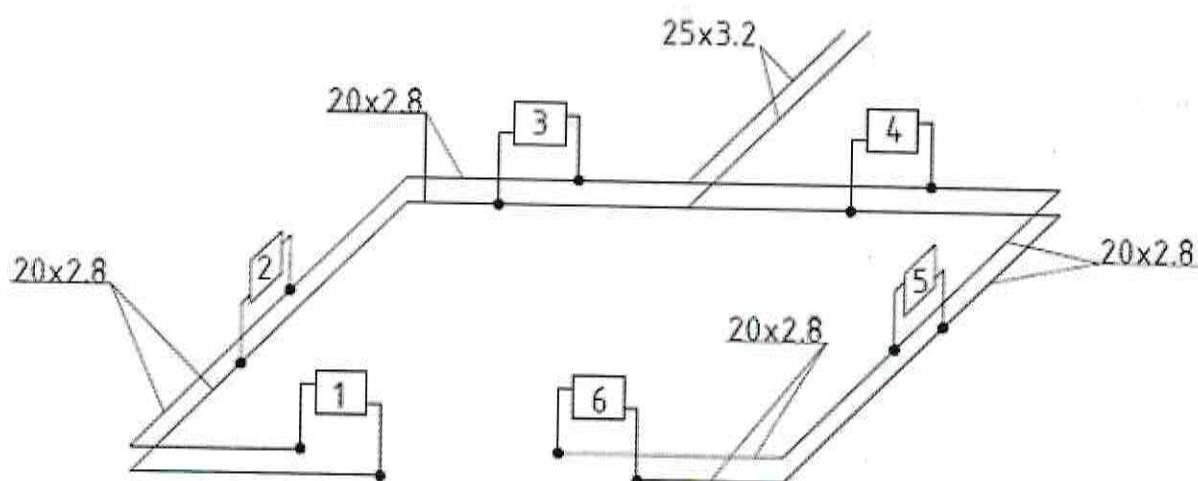


Рис.1 – Принципиальная схема системы теплоснабжения

### Решение

(один из возможных вариантов):

### НОРМАТИВНОЕ ОБОСНОВАНИЕ:

**СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха**

3.1.9 гидравлическая и тепловая устойчивость систем отопления, теплоснабжения: Способность системы поддерживать заданное расчетное распределение расхода теплоносителя при изменении расхода и теплоотдачи по всем отдельным участкам, отопительным приборам и другим элементам системы.

6.1.7 Системы внутреннего теплоснабжения зданий должны обладать гидравлической и тепловой устойчивостями.

6.2.10 Потери давления в системах водяного отопления должны составлять:

- в стояках однотрубных систем и приборных узлах вертикальных двухтрубных систем - не менее 70% общих потерь давления в циркуляционных кольцах без учета потерь давления в общих участках;
- в стояках однотрубных систем отопления с нижней разводкой подающей и верхней разводкой обратной магистрали - не менее 300 Па на каждый метр высоты стояка;
- в двухтрубных вертикальных и однотрубных горизонтальных системах отопления в циркуляционных кольцах через верхние приборы (ветви) - не менее естественного давления в них при расчетных параметрах теплоносителя.

Невязка потерь давления в циркуляционных кольцах (без учета потерь давления в общих участках), не должна превышать 5% при попутной и 15% при тупиковой разводках трубопроводов.

6.2.11 Системы водяного отопления должны быть запроектированы регулируемые без использования дроссельных устройств с постоянным сечением.

6.2.12 Для обеспечения гидравлической устойчивости систем отопления, а также стабильной работы термостатов, на стояках системы или на ее горизонтальных поэтажных ветвях, в том числе поквартирных, следует предусматривать установку автоматических балансировочных клапанов:

- регуляторов перепада давлений в двухтрубных системах отопления;
- регуляторов расхода в однотрубных системах отопления, независимо от методов их расчета.

В конструкции балансировочных клапанов должна быть предусмотрена возможность измерений расходов и (или) перепадов давления с помощью специальных приборов.

Для систем отопления с постоянным расходом теплоносителя (без термостатов и других регулирующих устройств) допускается установка ручных балансировочных клапанов с монтажной позицией предварительной установки, соответствующей данным гидравлического расчета.

**1. Выполнение проверки соответствия фактического потокораспределения в системе теплopotребления требуемому (соответствия гидравлической невязки допустимому значению).**

Расчетные расходы потребителей

$$G_n = \frac{0,86 \cdot \sum Q_i}{t_2 - t_o} = \frac{0,86 \cdot 7000}{95 - 70} = 240,8 \text{ кг/ч,}$$

Потери давления потребителей

$$\Delta P_\phi = S \cdot G^2 = 0,2 \cdot 240,8^2 = 11,6 \text{ кПа}$$

Потери давления на участке магистрали от первого до второго потребителя

$$G_{уч 1} = 240,8 \text{ кг/ч}$$



$$R=40 \text{ Па/м}$$

$$V=0,2 \text{ м/с}$$

$$\Delta P_{\text{уч}1} = 40 \cdot 20 \cdot 2 = 1,6 \text{ кПа}$$

Располагаемое давление второго потребителя

$$\Delta P_p = \Delta P_\phi + \Delta P_{\text{уч}1} = 11,6 + 1,6 = 3,2 \text{ кПа}$$

Невязка второго потребителя

$$\Delta = \frac{\Delta P_p - \Delta P_\phi}{\Delta P_\phi} \cdot 100\% = \frac{1,6}{11,6} \cdot 100\% = 13,8\%, \text{ что допустимо}$$

Потери давления на участке магистрали от второго до третьего потребителя

$$G_{\text{уч}2} = 481,6 \text{ кг/ч}$$

$$R=140 \text{ Па/м}$$

$$V=0,385 \text{ м/с}$$

$$\Delta P_{\text{уч}1} = 140 \cdot 20 \cdot 2 = 5,6 \text{ кПа}$$

Располагаемое давление третьего потребителя

$$\Delta P_p = \Delta P_\phi + \Delta P_{\text{уч}1} + \Delta P_{\text{уч}1} = 11,6 + 1,6 + 5,6 = 18,8 \text{ кПа}$$

Невязка второго потребителя

$$\Delta = \frac{\Delta P_p - \Delta P_\phi}{\Delta P_\phi} \cdot 100\% = \frac{18,8 - 11,6}{11,6} \cdot 100\% = 62\%, \text{ что недопустимо}$$

Вторая ветвь симметрична, следовательно, у третьего и шестого потребителей расхождение фактического потокораспределения не соответствует допустимой норме (15 %), необходима их гидравлическая увязка.

**2. Анализ возможности и целесообразности использования различных существующих подходов обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости применительно к системе теплоснабжения производственного объекта и обоснованный выбор наиболее оптимального решения.**

**1) Оптимизация распределения заданных перепадов давлений в системе отопления**

Математически можно выразить отношением:

$$\Gamma = \frac{\sum S \cdot G_{\text{ст}}^2}{\sum S \cdot G_{\text{маг}}^2} \rightarrow \infty,$$

где сопротивление магистралей

$$\sum S \cdot G_{\text{маг}}^2 \rightarrow 0.$$

В этом случае сопротивление контуров будет равно сопротивлению стояков, которое в данном случае одинаково.

Следовательно использование метода сводится к разумному увеличению диаметра магистралей.

Применительно к данной ситуации позволяет обеспечить гидравлическую устойчивость без использования дополнительных регулирующих устройств.

## 2) Регулировка системы с помощью балансировочных клапанов

Предполагает применение балансировочных клапанов с возможностью настройки на требуемый расход воды, проходящий через контур каждого потребителя.

Настройку клапана определяют по рассчитанной пропускной способности, м<sup>3</sup>/ч

$$K_y = \frac{V_{ст.1}}{\sqrt{10 \cdot \Delta P_{изб}}},$$

где  $V_{ст.1}$  - объемный расход теплоносителя стояка, м<sup>3</sup>/ч;

$\Delta P_{изб}$  - избыточное давление, МПа.

В данной ситуации возможно применение ручных балансировочных клапанов, однако их необходимо устанавливать у каждого потребителя, поскольку собственное гидравлическое сопротивление регулирующего органа изменит сопротивление системы. Данное обстоятельство следует соотнести и с располагаемым циркуляционным давлением в существующем контуре.

## 3) Проектирование систем отопления с неравными перепадами температур воды

По значению характеристики сопротивления потребителей и располагаемому циркуляционному давлению  $\Delta P_{ц}$ , Па, определяют фактический расход теплоносителя  $G_f$ , кг/ч.

По тепловой нагрузке системы  $Q$ , Вт и фактическому расходу теплоносителя  $G_f$ , кг/с, определяют фактический перепад температур теплоносителя у каждого потребителя

$$\Delta t_{сист} = Q_{сист} / (c \cdot G_{сист}).$$

Действительная картина работы рассчитанной таким путем системы отопления будет соответствовать расчетным условиям, и монтажная регулировка не требуется.

Использование данного метода возможно, в случае соблюдения условия того, что фактический перепад теплоносителя у каждого потребителя не будет отличаться от перепада в системе более чем на 15% (но не более 7°C).

## 4) Использование рациональных схемных решений

Если конструктивные особенности объекта проектирования и условия эксплуатации системы позволяют принять к использованию схемное решение, обладающее устойчивостью априори, то такой подход наиболее целесообразен.

Примером гидравлически устойчивой системы является схема с попутным движением теплоносителя (или петля Тиххельмана).



В такой системе длина каждого циркуляционного кольца одинакова, что не создает основной причины горизонтальной разрегулировки.

Поскольку в данной схеме очевидно периметральное схемное решение, то замена тупиковой схемы на попутную не приведет к большому увеличению длины теплопроводов, следовательно его применение целесообразно.

### 3. Выполнение проектных расчетов по реализации предложенного метода обеспечения тепловой и гидравлической устойчивости системы теплоснабжения производственного объекта.

#### 1) Оптимизация распределения заданных перепадов давлений в системе отопления

Для выполнения п.6.2.10 СП 60.13330.2020 линейные потери давления участков магистрали должны быть не более

$$R_{\text{ср}} = \Delta P_{\text{м}} / \Sigma l, \text{ Па/м,}$$

где  $\Sigma l$  – сумма длин последовательно соединённых общих участков магистралей до последнего потребителя

$\Delta P_{\text{м}}$  – максимальное значение допустимых потерь в последовательно соединённых общих участках магистралей до последнего потребителя

$$\Delta P_{\text{м}} = \frac{0,3}{0,7} \cdot \Delta P_{\text{ф}} = \frac{0,3}{0,7} \cdot 11600 = 4970 \text{ Па}$$

$$R_{\text{ср}} = 4970 / 160 = 31 \text{ Па/м}$$

Представляется целесообразным увеличить диаметр всех участков магистрали на сортамент.

Потери давления на участке магистрали от первого до второго потребителя

$$G_{\text{уч 1}} = 240,8 \text{ кг/ч}$$

$$R = 11 \text{ Па/м}$$

$$V = 0,12 \text{ м/с}$$

$$\Delta P_{\text{уч 1}} = 11 \cdot 20 \cdot 2 = 0,44 \text{ кПа}$$

Располагаемое давление второго потребителя

$$\Delta P_{\text{р}} = \Delta P_{\text{ф}} + \Delta P_{\text{уч 1}} = 11,6 + 0,44 = 12,04 \text{ кПа}$$

Невязка второго потребителя

$$\Delta = \frac{\Delta P_{\text{р}} - \Delta P_{\text{ф}}}{\Delta P_{\text{ф}}} \cdot 100\% = \frac{0,44}{11,6} \cdot 100\% = 3,8\%, \text{ что допустимо}$$

Потери давления на участке магистрали от второго до третьего потребителя

$$G_{\text{уч 2}} = 481,6 \text{ кг/ч}$$

$$R = 32 \text{ Па/м}$$

$$V = 0,21 \text{ м/с}$$

$$\Delta P_{\text{уч 1}} = 32 \cdot 20 \cdot 2 = 1,28 \text{ кПа}$$

Располагаемое давление третьего потребителя

$$\Delta P_{\text{р}} = \Delta P_{\text{ф}} + \Delta P_{\text{уч 1}} + \Delta P_{\text{уч 1}} = 11,6 + 0,44 + 1,28 = 13,32 \text{ кПа}$$

Невязка второго потребителя

$$\Delta = \frac{\Delta P_p - \Delta P_\phi}{\Delta P_\phi} \cdot 100\% = \frac{13,32 - 11,6}{11,6} \cdot 100\% = 14,8\%, \text{ что допустимо}$$

## 2) Регулировка системы с помощью балансировочных клапанов

Для каждого из потребителей предусматриваем комплект запорного и ручного балансировочного клапанов **MVT/ MVT-S**

Для **MVT** и полностью открытого **MVT-S**

$$K_u = 6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Тогда потери составят

$$\Delta P_{кл} = 100 \cdot \left(\frac{0,241}{2}\right)^2 = 0,16 \text{ кПа},$$

Следовательно, потери первого потребителя при полностью открытом клапане **MVT-S** составят

$$\Delta P_\phi = 11,92 \text{ кПа}$$

Избыточное давление второго потребителя

$$\Delta P_{изб} = 11,92 + 1,6 - 11,6 - 0,16 = 1,76 \text{ кПа}$$

Пропускная способность клапана второго потребителя

$$K_u = \frac{0,241}{\sqrt{0,0176}} = 1,81 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Настройка клапана второго потребителя 2,4.

Избыточное давление третьего потребителя

$$\Delta P_{изб} = 11,92 + 1,6 + 5,6 - 11,6 - 0,16 = 7,36 \text{ кПа}$$

Пропускная способность клапана третьего потребителя

$$K_u = \frac{0,241}{\sqrt{0,0736}} = 0,89 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Настройка клапана третьего потребителя 1,2.

Вторая ветвь аналогична.

## 3) Проектирование систем отопления с неравными перепадами температур воды

Характеристика сопротивления участка теплопровода

$$S = A \left( \frac{\lambda}{d} \cdot l + \sum \xi \right), \frac{\text{Па}}{(\text{кг} \cdot \text{ч})^2}$$

где  $\frac{\lambda}{d}$  – приведенный коэффициент гидравлического трения,  $\text{м}^{-2}$ ;

$A$  – удельное динамическое давление  $\text{Па}/(\text{кг} \cdot \text{ч})^2$ ;

$l$  – длина участка трубопровода, м;

$\sum \xi$  – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке,

$l = 20 \text{ м}$ ,  $D_y = 20 \text{ мм}$ ,  $A = 3,19 \cdot 10^{-4} \text{ Па}/(\text{кг} \cdot \text{ч})^2$ ,

$\frac{\lambda}{d} = 1,8 \text{ м}^{-1}$

$$S_{уч} = 3,19 \cdot 10^{-4} (2,7 \cdot 20 + 0) = 172,26 \cdot 10^{-4} \text{ Па}/(\text{кг} \cdot \text{ч})^2$$

Характеристика сопротивления агрегата, состоящего из последовательно соединенных участков теплопровода и потребителя 1



$$S_I = 2S_{\text{уч}} + S = (2 \cdot 172,26 + 2000) \cdot 10^{-4} = 2344,52 \cdot 10^{-4} \text{ Па/ (кг} \cdot \text{ч)}^2$$

Характеристика сопротивления агрегата, состоящего из параллельно соединенных агрегата  $S_I$  и потребителя 2

$$S_I = \frac{S_I \cdot S}{(\sqrt{S_I} + \sqrt{S})^2} = \frac{2344,52 \cdot 2000 \cdot 10^{-8}}{(\sqrt{2344,52 \cdot 10^{-8}} + \sqrt{2000 \cdot 10^{-8}})^2} = 540,52 \cdot 10^{-4} \text{ Па/ (кг} \cdot \text{ч)}^2$$

Коэффициент затекания потребителя 1

$$\alpha_1 = \frac{\sqrt{S_I}}{\sqrt{S}} = \frac{\sqrt{540,52 \cdot 10^{-4}}}{\sqrt{2344,52 \cdot 10^{-4}}} = 0,48$$

Фактический расход потребителя 1

$$G_{\phi 1} = \alpha_1 \cdot 2 \cdot G_{\Pi} = 0,48 \cdot 2 \cdot 240,8 = 231,17 \text{ кг/ч}$$

Фактический перепад температур потребителя 1

$$t_{\text{вых}} = t_{\Gamma} - \frac{0,86 \cdot Q}{G_{\phi 1}} = 95 - \frac{0,86 \cdot 7000}{231,17} = 69 \text{ }^{\circ}\text{C, что соответствует}$$

допустимому  $70 \pm 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

Коэффициент затекания потребителя 2

$$\alpha_2 = \frac{\sqrt{S_I}}{\sqrt{S}} = \frac{\sqrt{540,52 \cdot 10^{-4}}}{\sqrt{2000 \cdot 10^{-4}}} = 0,52$$

Фактический расход потребителя 2

$$G_{\phi 2} = \alpha_2 \cdot 2 \cdot G_{\Pi} = 0,52 \cdot 2 \cdot 240,8 = 250,43 \text{ кг/ч}$$

Фактический перепад температур потребителя 2

$$t_{\text{вых}} = t_{\Gamma} - \frac{0,86 \cdot Q}{G_{\phi 1}} = 95 - \frac{0,86 \cdot 7000}{250,43} = 71 \text{ }^{\circ}\text{C, что соответствует}$$

допустимому  $70 \pm 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

Характеристика сопротивления агрегата, состоящего из последовательно соединенных участков теплопровода и агрегата  $S_I$

$$S_{II} = 2S_{\text{уч}} + S_I = (2 \cdot 172,26 + 540,52) \cdot 10^{-4} = 885,04 \cdot 10^{-4} \text{ Па/ (кг} \cdot \text{ч)}^2$$

Характеристика сопротивления агрегата, состоящего из параллельно соединенных агрегата  $S_{II}$  и потребителя 3

$$S_{III} = \frac{S_{II} \cdot S}{(\sqrt{S_{II}} + \sqrt{S})^2} = \frac{885,04 \cdot 2000 \cdot 10^{-8}}{(\sqrt{885,04 \cdot 10^{-8}} + \sqrt{2000 \cdot 10^{-8}})^2} = 319,17 \cdot 10^{-4} \text{ Па/ (кг} \cdot \text{ч)}^2$$

Коэффициент затекания потребителя 3

$$\alpha_3 = \frac{\sqrt{S_{III}}}{\sqrt{S}} = \frac{\sqrt{319,17 \cdot 10^{-4}}}{\sqrt{2000 \cdot 10^{-4}}} = 0,4$$

Фактический расход потребителя 1

$$G_{\phi 3} = \alpha_3 \cdot 2 \cdot G_{\Pi} = 0,4 \cdot 3 \cdot 240,8 = 290,76 \text{ кг/ч}$$

Фактический перепад температур потребителя 1

$$t_{\text{вых}} = t_{\Gamma} - \frac{0,86 \cdot Q}{G_{\phi 1}} = 95 - \frac{0,86 \cdot 7000}{290,76} = 74,3 \text{ }^{\circ}\text{C, что соответствует}$$

допустимому  $70 \pm 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### 4) Использование рациональных схемных решений

Поскольку в данной схеме очевидно периметральное схемное решение, то замена тупиковой схемы на попутную (рис.2) не приведет к большому

увеличению длины теплопроводов, следовательно его применение целесообразно.

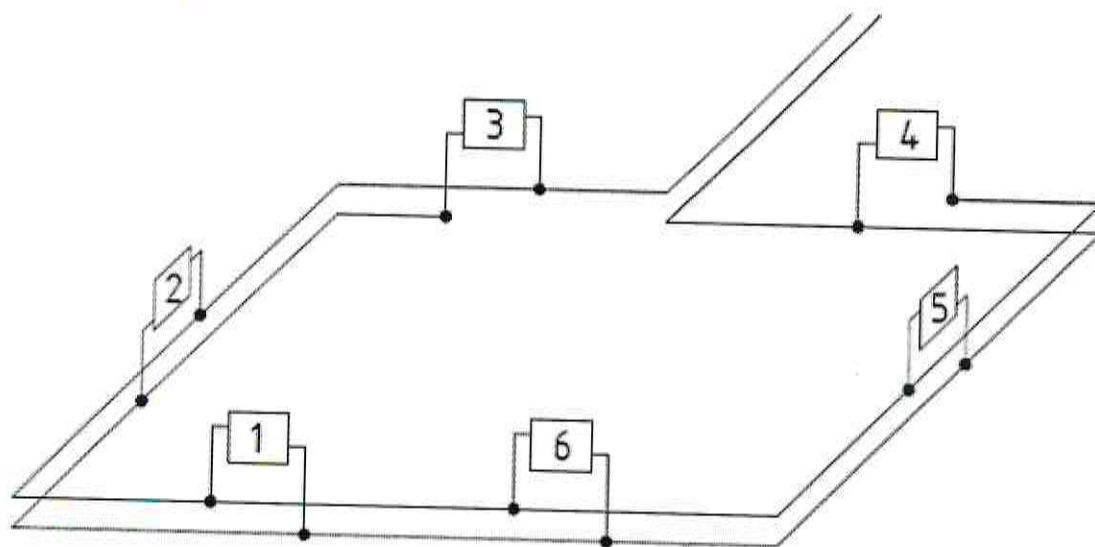


Рис.2 – Попутная схема обвязки потребителей тепла



**Описание культурно-познавательной программы**  
 заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по  
 направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль  
 «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры)  
 (включая программу олимпиады)

Дата проведения мероприятия	Время проведения мероприятия	Наименование мероприятия
30.03.2022 г.	10.00-11.00	Регистрация участников. Кофе-брейк.
	11.00 – 14.00	Проведение I тура олимпиады
	15.00-17.00	Обед. Экскурсия по Юго-Западному государственному университету
31.03.2022 г.	10.00-11.00	Кофе-брейк.
	11.00-14.00	Проведение II тура олимпиады
	15.00-18.30	Работа жюри олимпиады
	15.00-18.00	Обед. Знакомство с г. Курском (в режиме свободного времени).
01.04.2022 г.	10.00-12.00	Объявление результатов Олимпиады. Вручение дипломов и подарков призерам олимпиады
	12.00 – 14.00	Товарищеский обед. Обсуждение итогов Олимпиады
	14.00 – 18.00	Экскурсионная программа
	18.00 – 22.00	Отъезд участников
02.04.2022 г.	В течение дня	Отъезд участников

### **Информация о проведении**

заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) в средствах массовой информации

Информация о проведении заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) размещена в средствах массовой информации:

[https://vk.com/swsu\\_ru?w=wall-108852\\_19037](https://vk.com/swsu_ru?w=wall-108852_19037)

[https://swsu.ru/news/media-](https://swsu.ru/news/media-studio/v_yuzgu_zavershilas_mezhdunarodnaya_olimpiada_po_t/)

[studio/v\\_yuzgu\\_zavershilas\\_mezhdunarodnaya\\_olimpiada\\_po\\_t/](https://swsu.ru/news/media-studio/v_yuzgu_zavershilas_mezhdunarodnaya_olimpiada_po_t/)

<https://disk.yandex.ru/d/aghe8CQd1tnE4w>

<https://disk.yandex.ru/d/78bykT69e00Gow>

**Инновации в проведении и организации мероприятия. Предложения и рекомендации оргкомитета по проведению последующих мероприятий** заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры)

**Инновации:** При проведении олимпиады использовались олимпиадные задания, направленные на развитие творческих способностей студентов, направленные на проявление студентами знаний, умений и навыков по грамотному обоснованию принятых решений, обеспечение энергоэффективности и потребительского качества, использование нетрадиционных решений.

**Предложения:** В качестве предложений оргкомитета по проведению последующих мероприятий заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) сформулировано следующее:

1. Для проведения заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) привлекать крупные организации из числа потенциальных работодателей, имеющие представительства в различных регионах России и странах СНГ.

2. При составлении заданий использовать тематику, предложенную, в том числе, потенциальными работодателями.

3. При выработке критериев оценки олимпиадных заданий учитывать точку зрения потенциальных работодателей.


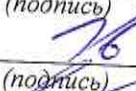



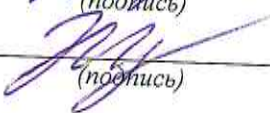
4. При проведении отдельных этапов олимпиады использовать цифровые технологии.



**ПРОТОКОЛ №1**  
заседания жюри заключительного этапа  
Международной студенческой олимпиады  
по направлению подготовки 08.04.01 Строительство  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»  
(уровень магистратуры)




проходившего на базе  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»  
31.03.2022 г.

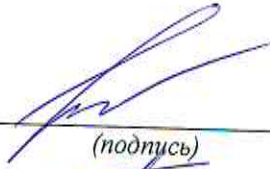
Результаты заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство «Теплогазоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) оценивало жюри в составе:


Председатель жюри	 _____	Пахомова Е.Г.
Члены жюри	 _____	Семичева Н.Е.
	 _____	Умеренков Е.В.
	 _____	Умеренкова Э.В.
	 _____	Щедрина Г.Г.
	 _____	Леонтьев В.А.
	 _____	Зиганшин А.М.
	 _____	Яковлев В.А.
	 _____	Чичиров К.О.
	 _____	Крюков И.В.
	 _____	Курасов И.С.


На основании экспертизы выполненных работ постановили присудить:

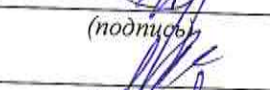
I место  
    Попова Мария Евгеньевна  
II место  
    Сафин Адель Ильнурович  
III место  
    Гайфуллин Амир Айратович

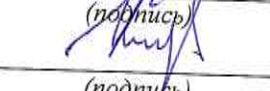
Председатель жюри	 _____	Пахомова Е.Г.
Члены жюри	 _____	Семичева Н.Е.
	 _____	Умеренков Е.В.

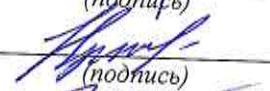
  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Умеренкова Э.В.


  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Щедрина Г.Г.


  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Леонтьев В.А.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Зиганшин А.М.


  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Яковлев В.А.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Чичиров К.О.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Крюков И.В.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Курасов И.С.

Зам. председателя оргкомитета,  
зав. кафедрой  
теплогазоводоснабжения



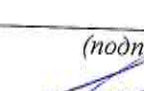

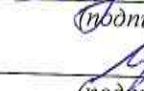
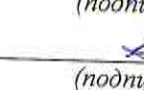
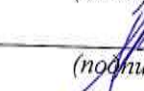
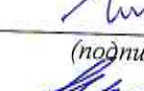
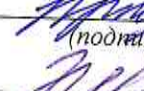
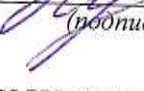

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Семичева Н.Е.



**ПРОТОКОЛ №2**  
заседания жюри заключительного этапа  
Международной студенческой олимпиады  
по направлению подготовки 08.04.01 Строительство  
«Теплогасоснабжение и вентиляция»  
(уровень магистратуры)

проходившего на базе  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»  
31.03.2022 г.

Результаты работы команд Организаций – участников заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство «Теплогасоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) оценивало жюри в составе:

Председатель жюри	 _____	Пахомова Е.Г.
Члены жюри	 _____	Семичева Н.Е.
	 _____	Умеренков Е.В.
	 _____	Умеренкова Э.В.
	 _____	Щедрина Г.Г.
	 _____	Леонтьев В.А.
	 _____	Зиганшин А.М.
	 _____	Яковлев В.А.
	 _____	Чичиров К.О.
	 _____	Крюков И.В.
	 _____	Курасов И.С.

На основании экспертизы выполненных работ постановили присудить:

- I место  
Команде ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»
- II место  
Команде ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»
- Команде ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
- III место  
Команде ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
- Команде ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
- Команде ФГБОУ ВО «Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова»

Председатель жюри



(подпись)

Пахомова Е.Г.

Члены жюри




(подпись)

Семичева Н.Е.



(подпись)

Умеренков Е.В.



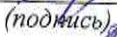
(подпись)

Умеренкова Э.В.



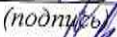
(подпись)

Щедрина Г.Г.




(подпись)

Леонтьев В.А.



(подпись)

Зиганшин А.М.



(подпись)

Яковлев В.А.



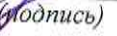
(подпись)

Чичиров К.О.



(подпись)

Крюков И.В.



(подпись)

Курасов И.С.

Зам. председателя оргкомитета,  
зав. кафедрой  
теплогазоводоснабжения



(подпись)


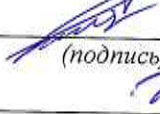
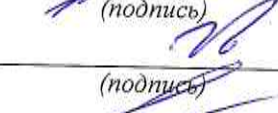
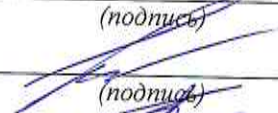



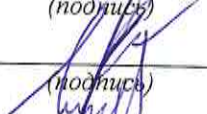
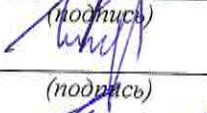
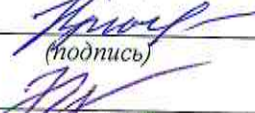

Семичева Н.Е.



**ПРОТОКОЛ №3**  
**заседания жюри заключительного этапа**  
**Международной студенческой олимпиады**  
**по направлению подготовки 08.04.01 Строительство**  
**«Теплогасоснабжение и вентиляция»**  
**(уровень магистратуры)**

проходившего на базе  
ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»  
31.03.2022 г.

Результаты работы участников заключительного этапа Международной студенческой олимпиады по направлению подготовки 08.04.01 Строительство «Теплогасоснабжение и вентиляция» (уровень магистратуры) по номинациям «Творческое задание» и «Решение инженерных задач» оценивало жюри в составе:

Председатель жюри	 _____	Пахомова Е.Г.
Члены жюри	 _____	Семичева Н.Е.
	 _____	Умеренков Е.В.
	 _____	Умеренкова Э.В.
	 _____	Щедрина Г.Г.
	 _____	Леонтьев В.А.
	 _____	Зиганшин А.М.
	 _____	Яковлев В.А.
	 _____	Чичиров К.О.
	 _____	Крюков И.В.
 _____	Курасов И.С.	

На основании экспертизы выполненных работ постановили наградить грамотами:

1. В номинации «Лучшее знание теоретических основ»:

за I место

Попова Мария Евгеньевна

за II место

Шевченко Ирина Михайловна

Сафин Адель Ильнурович

за III место

Ефанова Анастасия Сергеевна

Гайфуллин Амир Айратович

2. В номинации «Решение инженерных задач»:

Сафин Адель Ильнурович

за II место

Габидуллина Айгуль Маратовна  
Гайфуллин Амир Айратович  
за III место  
Коротенко Илья Александрович  
Клубника Валерьевна

3. В номинации «Нестандартные решения инженерных задач»:  
за I место


Попова Мария Евгеньевна  
за II место  
Белоконов Евгений Павлович  
Рогачев Егор Алексеевич  
за III место

Гайфуллин Амир Айратович  
Сафин Адель Ильнурович

4. В номинации «Творческий конкурс»:

за I место  
Попова Мария Евгеньевна  
за II место  
Рогачев Егор Алексеевич  
Сафин Адель Ильнурович  
за III место  
Шевченко Ирина Михайловна  
Гайфуллин Амир Айратович

Председатель жюри

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Пахомова Е.Г.


Члены жюри

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Семичева Н.Е.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Умеренков Е.В.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)


Умеренкова Э.В.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Щедрина Г.Г.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Леонтьев В.А.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Зиганшин А.М.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Яковлев В.А.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Чичиров К.О.


  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Крюков И.В.

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Курасов И.С.

Зам. председателя оргкомитета,  
зав. кафедрой  
теплогазоводоснабжения

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

Семичева Н.Е.