

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ТГВ»

Направление подготовки – 08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки – «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Уровень высшего образования – бакалавриат (академический)

Форма обучения – очная

Семестр	Грудоемкость, зач. ед., час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	2 зач. ед., 72 часа	18	18	–	36	Зачет с оценкой
Итого	2 зач. ед., 72 часа	18	18	–	36	Зачет с оценкой

Владимир, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Методы расчета систем ТГВ» являются теоретическая и практическая подготовка для выполнения расчетов систем теплогазоснабжения, а также получение способности самостоятельно выполнять теплогидравлические и аэродинамические расчеты инженерных систем и исследования при осуществлении проектной и производственной деятельности в области строительства.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение общих законов и уравнений расчета инженерных систем ТГВ;
- применение полученных знаний в практических целях;
- умение применять несколько методов расчета;
- владение методами анализа полученных результатов и дальнейшего синтеза.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ТГВ» В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы расчета систем ТГВ» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к вариативной части дисциплин по выбору профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция» и читается в 6-м семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных в ходе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Механика жидкости и газа», – и служит основой для изучения дисциплин профильной направленности.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов. Студент должен:

Знать:

- фундаментальные основы физики, включая разделы «Механика», «Молекулярная физика», «Теплота», «Механика жидкости и газа»;
- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ;
- общие законы и уравнений статики и динамики жидкостей и газов.

Уметь:

- проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата;
- решать простейшие задачи расчета систем ТГВ;
- пользоваться справочной научно-технической литературой.

Владеть:

- первичными навыками и основными методами решения математических задач;
- первичными навыками постановки и основными методами решения задач механики жидкости и газа.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ТГВ»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- владеет эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4);
- способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6).

Требования к выпускным знаниям, умениям и компетенциям. Студент должен:

Знать: основные понятия, законы и методы расчета инженерных систем ТГВ.

Уметь: пользоваться методами решения инженерных задач по расчету напорных и безнапорных потоков жидкости и газа, по расчету основных инженерных сетей в стационарном и нестационарном режимах.

Владеть: навыками решения инженерных задач, связанных с расчетами основных систем ТГВ.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ТГВ»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Основы расчета трубопроводов.	6	1-3	3	3			6		1,5/25%	
2	Расчет разветвленной тупиковой сети.	6	4-6	3	3			6		1,5/25%	1 рейтинг-контроль
3	Расчет кольцевых инженерных сетей.	6	7-9	3	3			6		1,5/25%	
4	Основы расчета газовых сетей.	6	10-12	3	3			6		1,5/25%	2 рейтинг-контроль
5	Основы расчета вентиляционных сетей.	6	13-15	3	3			6		1,5/25%	
6	Основы расчета сетей теплоснабжения.	6	16-18	3	3			6		1,5/25%	3 рейтинг-контроль
Всего				18	18			36		9/25%	Зачет с оценкой

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Основные виды образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Методы расчета систем ТГВ»

Для изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- *проведение лекционных занятий*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций с использованием проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний;
- *практические занятия* – предназначены для практического закрепления теоретического курса и освоения студентами основных методик расчета в курсе дисциплины;
- *проблемное обучение* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на следующей лекции производится устный опрос и обсуждение ответов;
- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, лабораторным работам, оформление конспектов лекций, написание отчетов по лабораторным работам, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде;
- *работа в команде* (работа в малой группе) используется при выполнении лабораторных работ, при этом предусматривается приобретение студентами навыков измерения физических величин и простейших экспериментальных исследований.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 25% аудиторных занятий.

5.2. Практические занятия

№ п/п	№ раздела	Наименование работы	Кол-во часов
1	1	Построение характеристик трубопроводов	2
2	1	Исследование последовательного и параллельного соединения	2
3	2	Методика расчета разветвленной тупиковой сети	3
4	3	Расчет кольцевых сетей методами Лобачева-Кросса и Якоби	3
5	4	Расчет тупиковых газовых сетей высокого и низкого давления	2
6	4	Расчет кольцевых газовых сетей	2
7	5	Основы расчета вентиляционных сетей	2
8	6	Методика расчета сетей теплоснабжения	2

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Вопросы к рейтинг-контролю знаний студентов

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

Рейтинг-контроль № 1

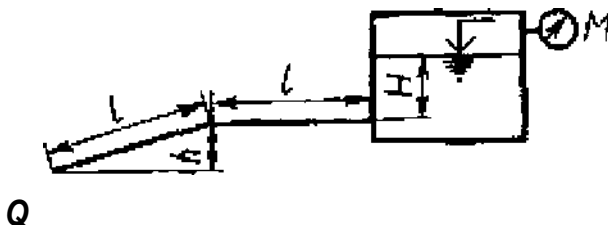
1. Назначение и классификация трубопроводов.
2. Потери на трении в трубопроводах.
3. Характеристики трубопроводов.
4. Типы задач на простой трубопровод.
5. Постановка задачи расчета сложных трубопроводов.
6. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.
7. Разветвленный трубопровод.
8. Трубопровод с непрерывной раздачей.
9. Трубопровод с насосной подачей.
10. Сложный трубопровод с концевой раздачей.
11. Чем отличаются длинные и короткие трубопроводы?
12. Что такое гидравлический уклон?
13. Что такое коэффициент Шези?
14. Дайте определение эквивалентной длине трубопровода.
15. Дайте определение эквивалентной шероховатости стенок трубопровода.
16. Дайте определение зон гидравлически гладких и шероховатых труб.
17. Основное условие решения задачи на сложный трубопровод.
18. От чего зависят потери в трубопроводе?
19. Что такое непрерывно распределенный и транзитный расходы?
20. Что такое разомкнутый и замкнутый трубопровод?
21. Что такое рабочая точка?
22. Чем отличаются напоры потребный и располагаемый?

Рейтинг-контроль № 2

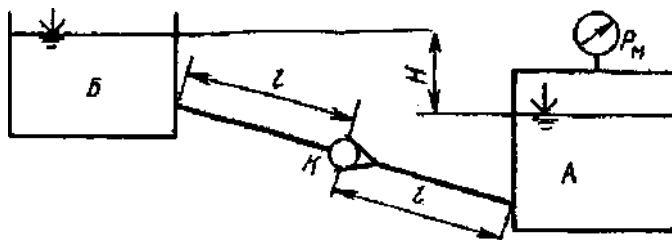
Задача 1. Жидкость из большого закрытого резервуара, в котором поддерживается постоянный ее уровень, а давление на поверхности жидкости равно $p_m = 23$ кПа, по трубопроводу вытекает в атмосферу. Температура жидкости 20°C . Диаметр трубопровода $d = 70$ мм, его го-

горизонтальная и наклонная части одинаковой длины $l = 4$ м. Высота уровня жидкости над горизонтальной частью трубопровода $H = 6$ м, конец его наклонной части находится ниже горизонтальной части на величину $h = 2$ м.

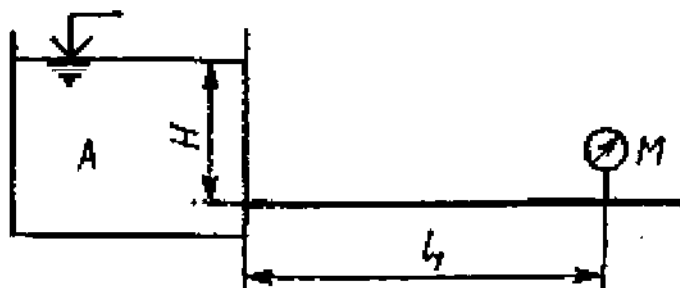
Определить расход Q жидкости, если эквивалентная шероховатость внутренней стенки трубопровода $\Delta_s = 0,075$ мм, плотность жидкости $\rho = 800$ кг/м³, вязкость $\nu = 0,28$ см²/с.



Задача 2. Чему должно быть равно манометрическое давление p_m на поверхности жидкости в закрытом резервуаре А для того, чтобы обеспечить подачу жидкости в количестве $Q = 3,2$ л/с при температуре 20°C в открытый резервуар Б? Разность уровней в резервуарах $H = 7$ м. Трубопровод имеет длину $l = 12$ м и диаметр $d = 50$ мм. Посередине его установлен обратный клапан К, коэффициент местного сопротивления которого $\xi = 8,5$. Эквивалентная шероховатость внутренней стенки трубопровода $\Delta_s = 0,001$ мм, плотность жидкости $\rho = 1000$ кг/м³ и вязкость жидкости $\nu = 0,01$ см²/с.

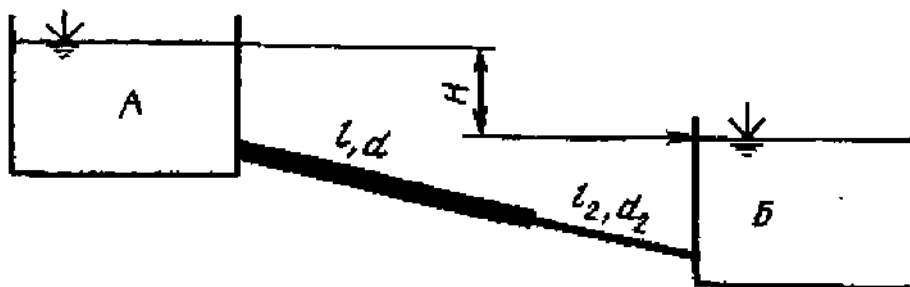


Задача 3. В баке А жидкость подогревается до температуры $T = 80^\circ\text{C}$ и самотеком по трубопроводу длиной $l_1 = 40$ м попадает в производственный цех. Напор в баке А $H = 6$ м. Каким должен быть диаметр трубопровода, чтобы обеспечивалась подача жидкости в количестве $Q = 1,4$ л/с при манометрическом давлении в конце трубопровода не ниже $p_m = 15$ кПа? Эквивалентная шероховатость внутренней стенки трубопровода $\Delta_s = 0,06$ мм, плотность жидкости $\rho = 900$ кг/м³ и вязкость жидкости $\nu = 0,25$ см²/с.



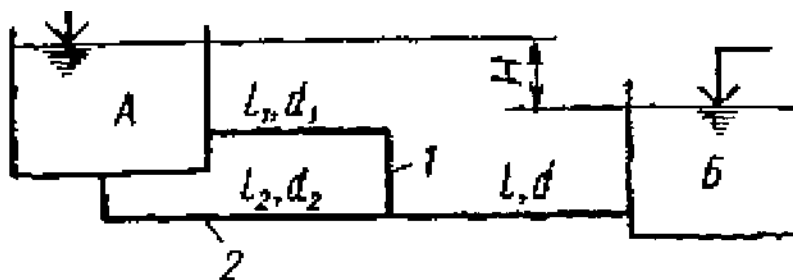
Задача 4. Из большого открытого резервуара А, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, состоящему из двух последовательно соединенных труб, жидкость при температуре 20°C течет в резервуар Б. Разность уровней жидкости в резервуарах равна $H = 6$ м. Длина труб $l = 12$ м и $l_2 = 9$ м, а их диаметры $d = 40$ мм и $d_2 = 32$ мм.

Определить расход Q жидкости, протекающей по трубопроводу. В расчетах принять, что местные потери напора составляют 15% от потерь по длине. Эквивалентная шероховатость внутренней стенки трубопровода $\Delta_s = 0,9$ мм, плотность жидкости $\rho = 1000$ кг/м³ и вязкость жидкости $\nu = 0,01$ см²/с.



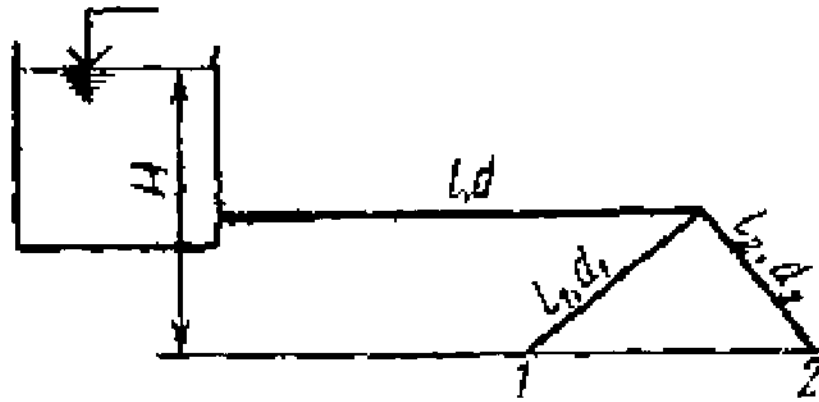
Задача 5. Из большого открытого резервуара А, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, состоящему из трех труб, длина которых $l = 13$ м, $l_1 = 13$ м, $l_2 = 8$ м, а диаметры $d = 40$ мм, $d_1 = 32$ мм, $d_2 = 32$ мм жидкость при температуре 20°C течет в резервуар Б. Разность уровней жидкости в резервуарах $H = 7$ м.

Определить расход жидкости, протекающей в резервуар Б и распределение расхода жидкости между параллельно соединенными трубами 1 и 2. В расчетах принять, что местные потери напора составляют 10% от потерь по длине. Эквивалентная шероховатость внутренней стенки трубопровода $\Delta_s = 0,06$ мм, плотность жидкости $\rho = 1000$ кг/м³ и вязкость жидкости $\nu = 0,01$ см²/с.



Задача 6. Определить расход жидкости, протекающей по трубопроводу в пункты 1 и 2, если напор $H = 9$ м в резервуаре постоянный.

Длины отдельных частей трубопровода равны $l = 8$ м, $l_1 = 8$ м, $l_2 = 7$ м, а диаметры $d = 50$ мм, $d_1 = 40$ мм, $d_2 = 40$ мм. Температура жидкости 20°C. Местные потери напора в расчетах не учитывать. Эквивалентная шероховатость внутренней стенки трубопровода $\Delta_s = 0,02$ мм, плотность жидкости $\rho = 800$ кг/м³ и вязкость жидкости $\nu = 0,025$ см²/с.



Рейтинг-контроль № 3

ВАРИАНТ № 1

1. Постановка задачи расчета газовых сетей.
2. Основы расчета систем отопления.
3. Типы задач на простой трубопровод.

ВАРИАНТ № 2

1. Элементы гидравлического расчета газопроводов (применять методику СНиП).
2. Основы расчета сетей теплоснабжения.
3. Метод Лобачева-Кросса расчета кольцевых трубопроводов.

ВАРИАНТ № 3

1. Расчет тупиковых газовых сетей.
2. Расчет кольцевых инженерных сетей.
3. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов.

ВАРИАНТ № 4

1. Расчет однокольцевых газовых сетей.
2. Основы расчета сетей теплоснабжения.
3. Сложный трубопровод с концевой раздачей.

ВАРИАНТ № 5

1. Определение расчетных расходов сетей канализации.
2. Элементы аэродинамического расчета вентиляционных сетей.
3. Разветвленный трубопровод.

6.2. Вопросы к зачету с оценкой

1. Характеристика трубопровода.
2. Определение λ в зоне шероховатых труб.

3. Горизонтальный трубопровод диаметром 100 мм, длиной 100 м пропускает расход 10 л/с. Определить гидравлический коэффициент трения λ , если перепад напора составил $\Delta h = 20$ м. (В ответе указывать три знака после десятичной запятой, например, 0,001).
4. Определение расхода в простом трубопроводе при известных: диаметре, напорах, материале труб (алгоритм).
5. Фактическая, эквивалентная, расчетная длина трубопровода.
6. Параллельное соединение трубопроводов.
7. Тупиковые сети. Расчет магистрали.
8. 2-ой закон Кирхгофа (применительно к определенной сети).
9. Объяснить формулу (где применяется, величины, размерности)

$$\text{Re} \cdot \left(\frac{n}{d} \right) < 23.$$

10. Зачем задается напор насоса при расчете тепловых сетей?
11. Аэродинамический расчет. Как увязать ответвление и магистраль?
12. Начальная скорость потока 1 м/с. Задвижка закрыта на 50% (зависимость линейная). Найти давление гидроудара, если скорость ударной волны 1125 м/с скорости ударной волны.
13. Расчет длинных трубопроводов, способы определения потерь по длине.
14. Определение λ в зоне гидравлически гладких труб.
15. Найти распределение расходов в 2-х параллельных трубопроводах, если общий расход 10 л/с, материал труб одинаковый, длина второго в 4 раза больше длины первого. (В ответе указывать два знака после десятичной запятой, например, 0,01).
16. Определение диаметра в простом трубопроводе при известных: расходе, напорах, материале труб (алгоритм).
17. Располагаемый и требуемый напоры.
18. Последовательное соединение трубопроводов.
19. Тупиковые сети. Расчет ответвлений.
20. 1-й закон Кирхгофа (применительно к определенной сети).
21. Объяснить формулу (где применяется, величины, размерности):

$$\Delta P_{\text{уд}} = \frac{\Delta P_{\text{доп}}}{1,1L}.$$

22. Как определить диаметр трубопровода в тепловых сетях?

23. Аэродинамический расчет. Объясните формулу $\left\| \zeta = (\lambda/d) \right\|$

24. Скорость звука в воде 1435 м/с. Диаметр трубы 250 мм, толщина стенки 4 мм длина трубы 1125 м. Модуль упругости стали 200 000 МПа, модуль упругости воды 2 000 МПа. Найти минимальное время закрытия задвижки, при котором не будет гидроудара.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ТГВ»

7.1. Основная литература

1. Гидравлика, пневматика и термодинамика: Курс лекций / Под ред. В.М. Филина. – М.: Инфра-М, 2015. – 320 с. (ЭБС «Znanium»)
2. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник. – М.: Инфра-М, 2014. – 704 с. (ЭБС «Znanium»)
3. Исаев А.П., Кожевникова Н.Г., Ещин А.В. Гидравлика: учебник. – М.: Инфра-М, 2015. – 420 с. (ЭБС «Znanium»)
4. Ухин Б.В., Гусев А.А. Гидравлика: учебник. – М.: Инфра-М, 2014. – 432 с. (ЭБС «Znanium»)
5. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: учебник. – М.: Лань, 2015. – 656 с. (ЭБС «Лань»)

7.2. Дополнительная литература

1. Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2014. – 424 с. (ЭБС «Консультант студента»)
2. Зуйков А.Л. Гидравлика: учебник: в 2 т. – М.: МГСУ, 2014–2015. – Т. 1: Основы механики жидкости. – 2014. – 520 с.; Т. 2: Напорные и открытые потоки. Гидравлика сооружений. – 2015. – 424 с. (ЭБС «Лань»; ЭБС «IPRbooks»)
3. Ильина Т.Н. Основы гидравлического расчета инженерных систем: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2007. – 192 с. (ЭБС «Консультант студента»)
4. Крестин Е.А., Крестин И.Е. Задачник по гидравлике с примерами расчетов: учеб. пособие. – М.: Лань, 2014. – 320 с. (ЭБС «Лань», ЭБС «IPRbooks»)
5. Ловкис З.В. Гидравлика: учеб. пособие. – Минск: Белорусская наука, 2012. – 448 с. (ЭБС «IPRbooks»)
6. Методические указания к лабораторным работам по общей гидравлике / В.И. Тарасенко [и др.]. – Владимир: ВлГУ, 2011. – 44 с. (Библ. ВлГУ)
7. Практикум по гидравлике: учеб. пособие / Н.Г. Кожевникова [и др.]. – М.: Инфра-М, 2014. – 248 с. (ЭБС «Znanium»)
8. Сайриддинов С.Ш. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2012. – 352 с. (ЭБС «Консультант студента»)
9. Сайриддинов С.Ш. Основы гидравлики: учеб. для вузов. – М.: АСВ, 2014. – 386 с. (ЭБС «Консультант студента»)
10. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: справ. пособие. – М.: АСВ, 2014. – 112 с. (ЭБС «Консультант студента»)

11. Семенов В.П. Основы механики жидкости: учеб. пособие. – М.: ФЛИНТА, 2013. – 375 с. (ЭБС «Znanium»)

7.3. Периодические издания

1. «АВОК».
2. «Технологии интеллектуального строительства».
3. «Сантехника».

7.4. Интернет-ресурсы

1. <http://automation.croc.ru> // КРОК – Инженерные системы зданий.
2. <http://www.abok.ru> // АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике.


8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «МЕТОДЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ ТГВ»

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером.


Для проведения лабораторных работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:

- приборы для исследования работы систем вентиляции (анемометр, психрометр, контактный термометр, шумомер);
- модульная система BlowerDoor MultipleFan («Аэродверь»);
- аэродинамический стенд.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению бакалавриат 08.03.01 «Строительство» и профилю подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Мельников В.М. 

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А. 


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 14 апреля 2015 года.

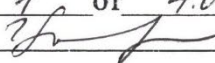
Заведующий кафедрой ТГВ и Г 

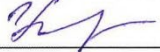
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления бакалавриат 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 8 от 16 апреля 2015 года.

Председатель комиссии декан АСФ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.2018 года
/ Заведующий кафедрой 


Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год
Протокол заседания кафедры № 9 от 28.05 2019 года
Заведующий кафедрой 

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года
Заведующий кафедрой _____

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09 2020 года

Заведующий кафедрой _____ 

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ года

Заведующий кафедрой _____