

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

Строительный факультет

Кафедра теплотехники и гидравлики

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
«29» августа 2017 г.,
протокол № 1
Заведующий кафедрой
_____ В.С. Васильев

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.В.ОД.В.2 АЭРОЛОГИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ»

Направление подготовки (специальность)

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Квалификация (степень) выпускника – Инженер-строитель

Специализация № 2 "Строительство подземных сооружений"

Методические материалы разработаны на основе рабочей программы дисциплины, предусмотренной образовательной программой высшего образования (ОП ВО) по направлению подготовки (специальность) 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, специализация № 2 "Строительство подземных сооружений"

СОСТАВИТЕЛЬ:

Старший преподаватель
кафедры теплотехники и гидравлики _____ Т.В. Щенникова
Старший преподаватель
кафедры теплотехники и гидравлики _____ Н.Г. Русинова

СОГЛАСОВАНО:

Методическая комиссия строительного факультета «30» августа 2017 г., протокол №1.

Декан факультета _____ А.Н. Плотников

I. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО

В процессе изучения дисциплины обучающиеся формируют следующие компетенции и демонстрируют соответствующие им результаты обучения:

Компетенция по ФГОС	Основные показатели освоения
ПК-1 - знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	Знать - нормативные документы по проектированию систем вентиляции, расчет вентиляции, подбор вентиляторов для проветривания подземных сооружений
	Уметь - применять нормативные документы для расчета и проектирования; проектировать вентиляционные сооружения
	Владеть - методикой расчета и проектирования систем вентиляции подземных сооружений с использованием нормативных документов
ПК-13 - знанием правил и технологий монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию конструкций, инженерных систем и оборудования строительных объектов	Знать - правила и технологию монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию инженерных систем подземных сооружений; структуру и организацию работы службы вентиляции в подземных сооружениях.
	Уметь - соблюдение ПБ, контролировать состав рудничного воздуха, эксплуатировать вентиляционные сооружения и т.п.
	Владеть - технологией монтажа, наладки, испытания и сдачи в эксплуатацию конструкций.

II. Методические указания обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа определяется спецификой дисциплины и методикой ее преподавания, временем, предусмотренным учебным планом, а также ступенью обучения, на которой изучается дисциплина.

Для самостоятельной подготовки можно рекомендовать следующие источники: конспекты лекций и лабораторных занятий, учебную литературу соответствующего профиля.

Преподаватель в начале чтения курса информирует обучающихся о формах, видах и содержании самостоятельной работы, разъясняет требования, предъявляемые к результатам самостоятельной работы, а также формы и методы контроля и критерии оценки.

II.1. Методические рекомендации по подготовке к зачету

Подготовка к зачету начинается с первого занятия по дисциплине, на котором студенты получают общую установку преподавателя и перечень основных требований к текущей и итоговой отчетности. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь, прежде всего перечнем вопросов к зачету, конспектировать важные для решения учебных задач источники. В течение семестра происходят пополнение, систематизация и корректировка студенческих наработок, освоение нового и закрепление уже изученного материала

Критерии получения зачета по дисциплине:

- оценка «зачтено» ставится, если обучающийся защитил все лабораторные работы, ответил на половину вопросов к зачету.

- оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся не защитил лабораторные работы, не ответил на половину вопросов к зачету.

II.2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

Ведущей дидактической целью лабораторных работ является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей). Содержанием лабораторных работ могут быть экспериментальная проверка формул, методик расчета, установление и подтверждение закономерностей,

ознакомление с методиками проведения экспериментов, установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик, наблюдение развития явлений, процессов и др. В ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Лабораторные работы и практические занятия могут носить репродуктивный, частично - поисковый и поисковый характер.

Работы, носящие репродуктивный характер, отличаются тем, что при их проведении студенты пользуются подробными инструкциями, в которых указаны: цель работы, пояснения (теория, основные характеристики), оборудование, аппаратура, материалы и их характеристики, порядок выполнения работы, таблицы, выводы (без формулировки), контрольные вопросы, учебная и специальная литература.

Работы, носящие частично - поисковый характер, отличаются тем, что при их проведении студенты не пользуются подробными инструкциями, им не дан порядок выполнения необходимых действий, и требуют от студентов самостоятельного подбора оборудования, выбора способов выполнения работы в инструктивной и справочной литературы и др.

Работы, носящие поисковый характер, характеризуются тем, что студенты должны решить новую для них проблему, опираясь на имеющиеся у них теоретические знания.

Формы организации студентов на лабораторных работах и практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Оформление письменного отчета по выполненной работе в соответствии с требованиями. Письменный отчет о выполненной лабораторной работе должен содержать следующие сведения:

- название работы и сведения об авторе отчета (курс, имя, фамилия);
- цель работы и формулировка используемого метода анализа;
- описание выполнения лабораторных исследований или расчетов;
- список используемой литературы.

Оценки за выполнение лабораторных работ учитывается как показатель текущей успеваемости обучающегося.

Лабораторная работа №1,2

Определение влажности на поверхности ограждающих конструкций в подземных помещениях

Цель работы: Определить распределение влаги и наличия зоны конденсации в толще ограждения при различных вариантах расположения слоя тепловой изоляции, выбрать оптимальный вариант.

Теоретические основы.

Влага, содержащаяся в воздухе, может конденсироваться на поверхности и внутри наружной стены. Поверхностная конденсация происходит в случае соприкосновения теплого воздуха помещения с холодной поверхностью стены, при условии $t_{в} < t_{р}$ (температура внутренней поверхности стены меньше температуры «точки росы»).

В зимнее же время водяной пар внутреннего воздуха, диффундируя через наружные ограждения, может встретить слои ограждения, температуру которых будет ниже «точки

росы». Возникает конденсация влаги уже в толще ограждения. Избежать конденсации в толще удаётся далеко не всегда. Часто приходится ориентироваться на естественную просушку ограждения в теплое время года. Просушка наиболее эффективна в ограждениях нижних этажей, в которых даже при безветрии поступает большое количество свежего (сухого) воздуха, а также в ограждениях, непосредственно обдуваемых ветром или облучаемых солнцем. Для неблагоприятных случаев целесообразно проветривание помещений и специальная вентиляция.

Конденсация влаги в толще ограждения происходит, если фактическая упругость водяных паров воздуха e , мм. вод. ст. достигает величины максимальной упругости водяных паров E , мм. вод. ст.

Для выявления наличия или отсутствия конденсации в толще стены необходимо выполнить следующее:

1. Построить график распределения температур в стене $t=f(x)$
2. Построить линию распределения в стене максимальной упругости водяных паров $E=\varphi(x)$
3. Построить линию распределения реальной упругости водяных паров $e=\psi(x)$
4. Сравнить графики $e=\psi(x)$ и $E=\varphi(x)$ и выяснить наличие зоны конденсации (область между точками пересечения графиков).

Для построения температурного графика $t=f(x)$ необходимо определить температуры внутренней поверхности, в заданных сечениях слоёв, на границе слоёв и температуру наружной поверхности. Для определения температур в указанных точках необходимо знать расчётные соотношения, характеризующие теплообмен через стену.

Процесс теплообмена между внутренним и наружным воздухом через разделительную стенку называется теплопередачей.

Количество теплоты, теряемое через стенку, определяется с помощью уравнения теплопередачи:

$$Q = kF(t_B - t_H) = \frac{t_B - t_H}{\sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda + 1/\alpha_B + 1/\alpha_H} F \quad (1)$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² °С); α_B , α_H – коэффициент теплоотдачи соответственно внутренней и наружной поверхностей ограждения, Вт/(м² °С); λ – коэффициент теплопроводности материала ограждения, Вт/м²град; t_B , t_H – температура соответственно внутри и снаружи помещения, °С; F – поверхность ограждения, м².

Процесс теплопередачи складывается на трёх процессов:

- 1) теплоотдачи от внутреннего воздуха и внутренней поверхности стены, при этом количество теплоты отдаваемое воздухом поверхности соответствует закону Ньютона-Рихмана:

$$Q = \alpha_B (t_B - \tau_B) \cdot F = \frac{t_B - \tau_B}{R_B} F, \quad (2)$$

где τ_B – температура на внутренней поверхности стены, °С; $R_B = 1/\alpha_B$ – сопротивление теплоотдаче с внутренней поверхности стены, м² °С/Вт.

- 2) теплопроводности стены, причем согласно закону Фурье стена проводит следующее количество теплоты:

$$Q = \frac{\tau_{BH} - \tau_{HH}}{\delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \dots + \delta_n/\lambda_n} F = \frac{\tau_{BH} - \tau_{HH}}{R_{CT}} F, \quad (3)$$

где τ_{HH} – температура на наружной поверхности стены, °С;

$R_{CT} = \sum_{i=1}^n \delta_i / \lambda_i$ – сопротивление теплопроводности стены из n слоёв, (м² °С) /Вт.

- 3) теплоотдачи от наружной поверхности стены к воздуху

$$Q = \alpha_H \cdot (\tau_{\text{вп}} - t_H) \cdot F \quad (4)$$

При установившемся (стационарном) теплообмене тепловой поток остается неизменным. Одно и тоже количество теплоты отдаётся от воздуха к поверхности и передаётся через стенку.

$$(t_B - \delta_{\text{вп}}) = k(t_6 - t_H) \quad (5)$$

Из уравнения 5 определяется температура на внутренней поверхности стены

$$\tau_{\text{вп}} = t_B - \frac{k(t_B - t_H)}{\alpha_B} \quad (6)$$

Аналогично находится температура наружной поверхности

$$\tau_{\text{нп}} = t_H - \frac{k(t_B - t_H)}{\alpha_H} \quad (7)$$

Сравнивая тепловой поток, воспринимаемой поверхностью и проводимый через первый слой, найдем температуру на границе 2-ух слоёв:

$$t_{\text{сл}} = \tau_{\text{вп}} - \frac{\alpha_B}{\lambda_1} (t_B - \tau_{\text{вп}}) \delta_1 \quad (8)$$

Приравнивая тепловой поток, через первый слой стены и часть этого слоя с толщиной x_1 , определяется температура в точке первого слоя:

$$t_{x_1} = \tau_{\text{вп}} - \frac{\tau_{\text{вп}} - t_{\text{сл}}}{\delta_1} x_1 \quad (9)$$

Температуру в сечении x_2 второго слоя можно определить по следующему уравнению:

$$t_{x_2} = \tau_{\text{сл}} - \frac{t_{\text{сл}} - \tau_{\text{нп}}}{\delta_2} x_2 \quad (10)$$

Распределение водяных паров в толще стены.

а) максимальная упругость водяных паров - существует однозначная зависимость максимального содержания водяного пара в воздухе от температуры

$$\text{Если } t > 0, \text{ то } E(t) = e^{\frac{1513,89 + 23,59t}{236 + t}}$$

$$\text{Если } t < 0, \text{ то } E(t) = e^{\frac{1752 + 29,027t}{273 + t}} \quad (11)$$

$$R_{\text{вп}} = 0,0267, (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{рт.ст.})/\text{г} ; R_{\text{нп}} = 0,0052, (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{рт.ст.})/\text{г}$$

Следовательно, зная распределения температуре стене, можно определить максимальную упругость водяного пара в любом сечении.

б) фактическая упругость водяных паров - действительное распределение упругости водяного пара зависит от влажности внутреннего и наружного воздуха и величины сопротивления паропроницанию внутренней и наружной воздуха и внутренних слоёв стены.

Значение действительной упругости водяного пара, которое было бы при отсутствии конденсации влаги в толще стены

$$e_x = e_B - (R_{\text{вп}} + \sum_{\delta}^{x=1} R_n) \frac{e_B - e_H}{R_{\text{вп}}} \quad (12)$$

где $e_B = \phi E_B$ -упругость водяного пара с внутренней стороны стены, мм рт. ст.; $e_H = \phi E_{\text{нп}}$ -упругость водяного пара с наружной стороны стены, мм рт. ст.; $R_{\text{вп}}$ - сопротивление паропроницанию внутренней поверхности стены, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм рт.ст.})/\text{г}$, $R_{\text{вп}} = 0,2$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{рт.ст.})/\text{г}$;

$R_{\text{нп}}$ - сопротивление паропроницанию наружной поверхности стены, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{мм рт.ст.})/\text{г}$, $R_{\text{вп}} = 0,1$, ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{рт.ст.})/\text{г}$; $R_{\text{оп}}$ - сопротивление паропроницанию ограждения, которое определяется по формуле (13):

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{вп}} + \sum R_i + R_{\text{нп}} \quad (13) \text{ где } \sum R_i - \text{сумма}$$

сопротивлений паропроницанию внутренних слоёв стены от внутренней

поверхности ($\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{рт. ст.} / \text{г}$).

На рис.1- характерные варианты расположения линий e и E в однослойном ограждении (всегда $e < E$), схема б)- о конденсации в толще, так как в отдельных сечениях упругость $e > E$.

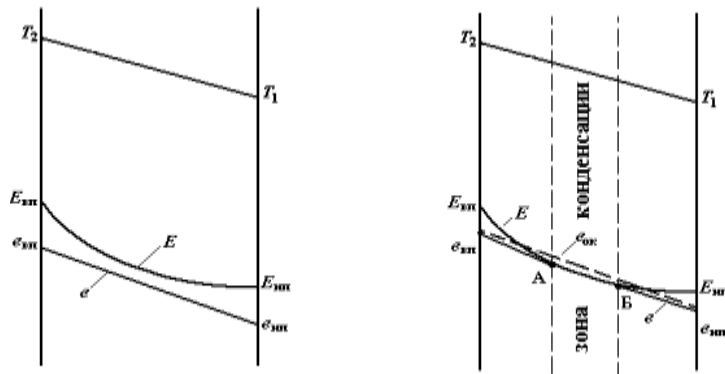


Рис.1. Варианты расположения линий E и e в однослойном ограждении

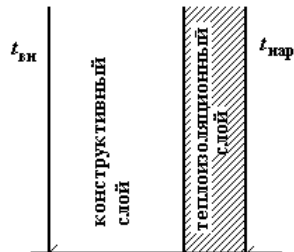
Зона конденсации уменьшается между точками А и Б, получаемыми касательными, проведенными к кривой E из точек $e_{\text{вп}}$ и $e_{\text{нп}}$. Действительная (уже с учетом конденсации) линия упругости представляет собой участок прямой $e_{\text{вп}}-А$, кривую $А-Б$ и прямую $Б - e_{\text{нп}}$.

Содержание работы

В работе задана двухслойная стена, необходимо исследовать влияние различных вариантов расположения слоя тепловой изоляции на возможность образования зоны конденсации влаги в стене. Для этого проводится расчёт для двух вариантов конструкции стены:

Реальный процесс распределения влаги в толще многослойного ограждения заменяется математическим моделированием его на ЭВМ, по формулам.

1 вариант



2 вариант

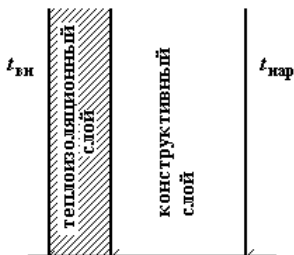


Рис.2.Схема расположения конструктивного и теплоизоляционного слоев в ограждающих конструкциях.

Контрольные вопросы к защите лабораторных работ

Лабораторное занятие 1. Определение влажности на поверхности ограждающих конструкций в подземных помещениях.

1. Нормативная влажность ограждающих конструкций.
2. Как определить температуру точки росы.

3. Приборы для определения влажности ограждающих конструкций и внутреннего воздуха.

Лабораторное занятие 2. Исследование статического и динамического давления в воздуховодах.

1. Какими приборами можно измерить давление в воздуховодах?
2. Требуется ли вводить коэффициент погрешности?
3. Как определить относительную влажность воздуха?
4. Расчетные формулы для определения статического и динамических давлений

Лабораторное занятие 3. Исследование аэродинамических характеристик вентилятора.

1. Основные характеристики вентилятора.
2. Дать классификацию вентиляторов.
3. Как определяется мощность вентилятора?
4. Перечислите исполнения вентиляторов.
5. К.п.д. вентилятора, от чего зависит?

Лабораторное занятие 4. Определение коэффициентов трения и местного сопротивления воздуховодов.

1. От каких параметров и как зависят потери давления на трение в воздуховоде?
2. Напишите формулу Альтшуля для определения коэффициента гидравлического трения. Проанализируйте формулу.
3. Объясните, чем отличаются гидравлические гладкие и гидравлические шероховатые воздуховоды.
4. Напишите формулу для вычисления критерия Рейнольдса, объясните связь числа Рейнольдса с режимами течения в воздуховоде.
5. От каких параметров зависят потери давления в местных сопротивлениях?

Критерии оценивания:

– «зачтено» - работа выполнена в соответствии с требованиями, грамотно выполнены измерения, студент умеет снимать показания приборов, студент умеет строить графики в соответствии с проведенными опытами и измерениями с использованием автоматизированных программ, студент отвечает на вопросы по актуализации знаний по данной теме, грамотно, четко излагает суть проблем, отвечает на поставленные вопросы, правильно аргументирует основные положения и выводы.

– «незачтено» - работа выполнена в не соответствии с требованиями, не выполнены измерения, студент не умеет снимать показания приборов, студент не умеет строить графики в соответствии с проведенными опытами и измерениями с использованием автоматизированных программ, студент отвечает не на все вопросы по данной теме, не правильно аргументирует основные положения и выводы.

Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа по «Расчет и подбор оборудования для вентиляции тоннелей» ставит целью получение студентом практических навыков по комплексному решению технических задач связанных с проектированием систем вентиляции. Выполняется работа на основе индивидуального задания для каждого студента. Студент производит расчеты систем вентиляции для подбора оборудования приточной камеры. К защите студент представляет расчетно-пояснительную записку в объеме 12-15 страниц формата А4.

При определении уровня достижений студентов при защите РГР необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала;
- умение излагать программный материал доступным научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение выполнять чертежи систем вентиляции в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;

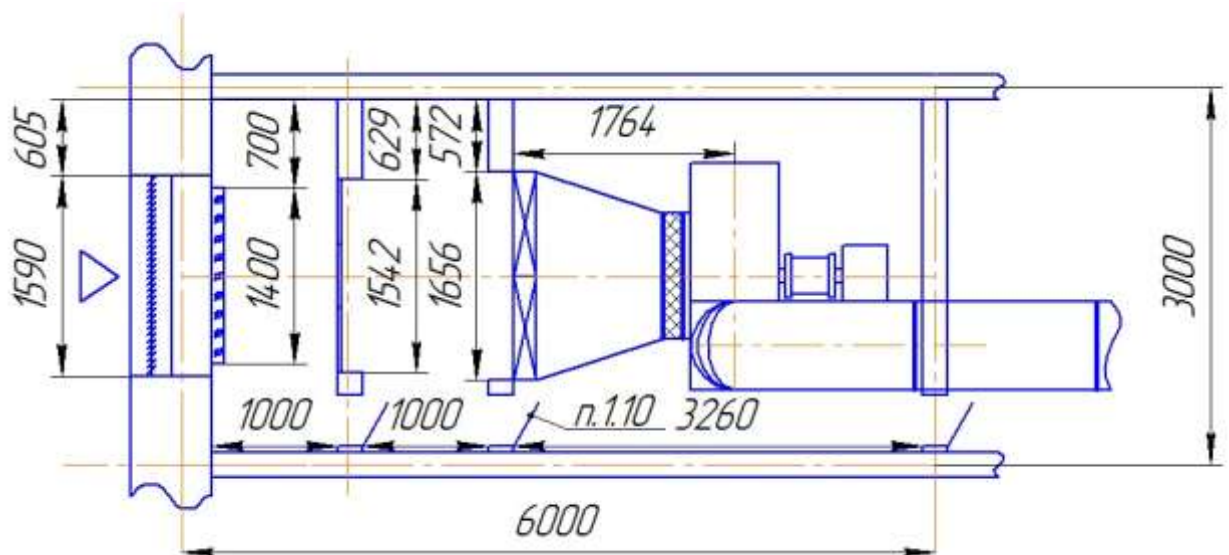
Исходные данные:

1. По своему варианту выбрать производительность системы

Таблица вариантов.

В-1	В-2	В-3	В-4	В-5	В-6	В-7	В-8	В-9	В-10
L=800	L=900	L=1000	L=1100	L=1200	L=1300	L=1400	L=1500	L=1600	L=1700
В-11	В-12	В-13	В-14	В-15	В-16	В-17	В-18	В-19	В-20
L=1800	L=1900	L=2000	L=2100	L=2200	L=2300	L=2400	L=2500	L=2600	L=2700
В-21	В-22	В-23	В-24	В-25	В-26	В-27	В-28	В-29	В-30
L=2800	L=2900	L=3000	L=3100	L=3200	L=3300	L=3400	L=3500	L=3600	L=3700

Компоновка приточной камеры в строительном исполнении.(рис 1)



2. Расчет по подбору калорифера
3. Расчет по подбору НЖР
4. Расчет по подбору утепленного клапана
5. Расчет по подбору фильтра.
6. Расчет по подбору вентиляционного агрегата
7. Потери давления в системе:
 $\Delta P = \Delta P_{\text{калорифера}} + \Delta P_{\text{нжр}} + \Delta P_{\text{ут.кл.}} + \Delta P_{\text{фильтра}} + \Delta P_{\text{сети}}$
8. Технологическая карта на монтаж приточной камеры.
9. Мероприятия по охране труда при монтаже систем вентиляции.
10. Список использованных источников.

Критерии оценки расчетно-графической работы:

«Зачтено» - работа выполнена в соответствии с утвержденным планом, полностью

раскрыто содержание каждого вопроса, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме работы. Оформление работы соответствует предъявляемым требованиям. При защите работы обучающийся свободно владел материалом и отвечал на вопросы.

«Не зачтено» - если работа выполнена не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса, обучающимся не сделаны выводы по теме работы, имеются грубые недостатки в оформлении работы, при защите работы обучающийся не владел материалом, не отвечал на вопросы, то работа направляется на дальнейшую доработку.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

3.1. Рекомендуемая основная литература

№	Название
1.	Вентиляция промышленных зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 178 с. — 5-87941-434-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/15978.html
2.	Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Свистунов В.М., Пушняков Н.К.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2016.— 429 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58854.html .— ЭБС «IPRbooks

3.2. Рекомендуемая дополнительная литература

№	Название
1.	Мансуров Р.Ш. Вентиляция. Аэродинамический расчет вентиляционных систем с механическим побуждением [Электронный ресурс] : методические указания / Р.Ш. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2008. — 34 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21567.html
2.	Сазонов, Э. В. Вентиляция: теоретические основы расчета : учебное пособие для вузов / Э. В. Сазонов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 201 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-07876-3.
3.	СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99* Профессиональная справочная система «Техэксперт»
4.	СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Профессиональная справочная система «Техэксперт»

3.3. Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы, интернет-ресурсы

№	Перечень
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Пакет офисных программ OpenOffice
3.	Операционная система Windows
4.	Autodesk, Autocad, Revit, Autodesk 3ds Max
5.	Профессиональная справочная система «Техэксперт»
1.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

	http://library.chuvsu.ru
2.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
3.	Электронная библиотечная система «Юрайт»: электронная библиотека для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru
4.	ЭБС «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/
1.	Минстрой России http://www.minstroyrf.ru/docs/
2.	Министерство строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Чувашской Республики http://minstroy.cap.ru/about
3.	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) www.gost.ru
4.	Образовательное сообщество Autodesk http://www.autodesk.ru/adsk/servlet/pc/index?siteID=871736&id=18409945
5.	Единое окно к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://window.edu.ru
6.	Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rsl.ru
7.	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nlr.ru
8.	Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru
9.	Сайт для проектировщиков www.dwg.ru