

Направление подготовки 08.03.01 «Строительство»  
Профиль «Промышленное, гражданское и энергетическое строительство»  
РПД Б1.В.ДВ.05.02 «Системы теплоснабжения и вентиляции»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 11 » 10 20 21 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Системы теплоснабжения и вентиляции**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **08.03.01 «Строительство»**

Профиль: **«Промышленное, гражданское и энергетическое строительство»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

Год набора: **2022**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 08.03.01 «Строительство», утвержденного приказом Минобрнауки России от «31» мая 2017 г. № 481

**Программу составил:**

подпись

к.т.н., доцент

В.А. Галковский  
ФИО

«24» сентября 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Промышленной теплоэнергетики» «30» сентября 2021 г., протокол № 2

**Заведующий кафедрой «Промышленной теплоэнергетики»:**

подпись

В.А. Галковский  
ФИО

«08» октября 2021 г.

**Согласовано:**

**Заведующий кафедрой физики:**

подпись

канд. пед. наук, доц. А.А. Быков  
ФИО

«08» октября 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

зам. начальника учебного управления Е.В. Зуева  
ФИО

«08» октября 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к решению задач профессиональной деятельности экспертно-аналитического типа по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Системы теплоснабжения и вентиляции» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.В.03 Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция;

Б1.В.14 Возведение и испытания специальных зданий, сооружений и строительных конструкций;

Б1.В.ДВ.03.01 Динамический расчет и реконструкция зданий и сооружений.

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

Б2.В.05(Пд) Преддипломная практика;

Б3.01 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

<p>ПК-7. Способен анализировать энергоэффективность зданий, строений и сооружений и разрабатывать мероприятия по энергосбережению теплотехнических систем</p>	<p>ПК-7.1 Выполняет расчеты систем теплоснабжения, газоснабжения и вентиляции зданий и сооружений, планирует испытания при введении данных систем в эксплуатацию</p>	<p>Знает: основные методы и способы расчетов систем теплоснабжения, газоснабжения и вентиляции зданий и сооружений.</p> <p>Умеет: выполнять технические расчеты систем тепло- и газоснабжения и систем вентиляции с использованием необходимых источников информации для определения основных параметров оборудования.</p> <p>Владеет: основными методами, способами и средствами расчетов систем энерго- и жизнеобеспечения зданий и сооружений.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>ПК-7.2 Анализирует энергоэффективность объекта капитального строительства и участвует в разработке мероприятий по реконструкции зданий с целью повышения энергоэффективности теплотехнических систем</p>	<p>Знает: правила оформления типовой технической документации при разработке мероприятий по повышению энергоэффективности объекта капитального строительства. Умеет: использовать разработанные алгоритмы анализа по определению энергоэффективности объекта капитального строительства. Владеет: разработанными методиками по определению мероприятий реконструкции зданий и сооружений с целью повышения энергоэффективности внутренних теплотехнических систем.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	<p><b>лекционные занятия 10 шт. по 2 часа:</b></p> <p>1.1. Закрытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к закрытым системам теплоснабжения.</p> <p>1.2. Открытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к открытым системам теплоснабжения.</p> <p>1.3. Методы регулирования тепловой нагрузки.</p> <p>1.4. Схемы и конфигурации систем теплоснабжения. Основные требования к режиму давлений в системах теплоснабжения.</p> <p>1.5. Схемы и конфигурации систем вентиляции. Основные требования к режиму давлений в системах вентиляции.</p> <p>1.6. Задачи гидравлического расчета систем теплоснабжения и вентиляции. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета. Линейное и местное падение давления.</p> <p>1.7. Основное и вспомогательное оборудование систем теплоснабжения. Конструкции систем отопления. Основные требования, предъявляемые к системам теплоснабжения.</p> <p>1.8. Основное и вспомогательное оборудование систем вентиляции. Конструкции систем вентиляции. Основные требования, предъявляемые к системам вентиляции.</p> <p>1.9. Местные тепловые пункты. Назначение. Схемы местных тепловых пунктов.</p> <p>1.10. Приборы и системы автоматического регулирования отпуска тепловой энергии, применяемые в местных тепловых пунктах.</p>
2	<p><b>лабораторные работы 2 шт. по 4 часа и 1 шт. по 2 часа:</b></p> <p>2.1. Определение тепловых нагрузок потребителей (4 часа).</p> <p>2.2. Расчет теплоподготовительных установок системы теплоснабжения (4 часа).</p> <p>2.3. Выбор основного и вспомогательного оборудования системы теплоснабжения (2 часа).</p>
3	<p><b>практические занятия 5 шт. по 2 часа:</b></p> <p>3.1. Закрытые и открытые водяные системы теплоснабжения.</p> <p>3.2. Гидравлический расчет водяных систем теплоснабжения.</p> <p>3.3. Гидравлический расчет систем вентиляции.</p> <p>3.4. Определение параметров основного и вспомогательного оборудования.</p> <p>3.5. Расчет и выбор оборудования тепловых пунктов. Приборы и системы автоматического регулирования отпуска тепловой энергии, применяемые в местных тепловых пунктах.</p>
4	<p><b>курсовая работа (курсовой проект):</b> не предусмотрена учебным планом</p>
5	<p><b>расчетно-графическая работа (реферат):</b> «Расчет тепловых нагрузок системы теплоснабжения»</p>
6	<p><b>Самостоятельная работа студентов:</b></p> <p><i>Темы для самостоятельной работы по теоретическому материалу</i></p> <p>1. Схемы присоединения систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения к закрытым водяным тепловым сетям.</p> <p>2. Схемы присоединения систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения к открытым водяным тепловым сетям.</p> <p>3. Точка излома температурного графика. Определение наружной температуры воздуха в точке излома.</p> <p>4. Гидравлические потери в местных сопротивлениях тепловых сетей. Способы определения.</p> <p>5. Теплообменное оборудование центральных тепловых пунктов.</p> <p>6. Проработка лекционного материала.</p>

	7. Подготовка к практическим занятиям (изучение теоретического материала по теме). 8. Подготовка к выполнению и защите курсового проекта.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Текущий контроль:**

1. Контрольные работы по основным темам дисциплины.
2. Устный опрос у доски на практических занятиях.
3. Защита расчетно-графической работы.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
4	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса Технология письменного контроля, в том числе тестирование

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине могут привлекаться представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин, заведующие кафедрами.

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

**Цель** выполнения расчетно-графической работы заключается в формировании знаний и умений, необходимых для выполнения расчетов и определения максимальных тепловых нагрузок, покрываемых источником теплоты и системой теплоснабжения.

**Задание** на расчетно-графическую работу:

1. Определить количество теплоты на отопление потребителей в максимально-зимнем режиме.
2. Определить количество теплоты на вентиляцию потребителей для расчетной температуры наружного воздуха.

3. Определить максимальные тепловые нагрузки на горячее водоснабжение (ГВС) для жилищно-коммунального сектора.
4. Определить годовые расходы тепла на отопление, вентиляцию и ГВС.
5. Построить график продолжительности тепловых нагрузок.

Объектами рассмотрения (потребителями тепловой энергии) являются:

- промышленное предприятие, включающее административное и три производственных здания;
- жилищно-коммунальный сектор, с расположенными в нем общественными и жилыми зданиями.

Расчет тепловых нагрузок на отопление, вентиляцию и ГВС проводится по укрупненным показателям

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену):

Теоретические вопросы для экзаменационных билетов:

1. Классификация систем теплоснабжения.
2. Закрытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к закрытым системам теплоснабжения.
3. Открытые водяные системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к открытым системам теплоснабжения.
4. Паровые системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки. Способы присоединения потребителей к паровым системам теплоснабжения.
5. Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения. Основные преимущества воды как теплоносителя по сравнению с паром.
6. Системы вентиляции зданий и сооружений.
7. Классификация центральных котельных.
8. Тепловой расчет котельной. Для каких характерных режимов производится расчет тепловой схемы котельной?
9. Принципиальная тепловая схема водогрейной котельной.
10. Принципиальная тепловая схема двухконтурной водогрейной котельной.
11. Основное и вспомогательное оборудование водогрейных котельных.
12. Принципиальная тепловая схема производственной паровой котельной (однодеаэрационная схема).
13. Принципиальная тепловая схема двухдеаэрационной производственной паровой котельной.
14. Основное и вспомогательное оборудование паровых котельных.
15. Принципиальная тепловая схема комбинированной (паро-водогрейной) котельной.
16. Основное и вспомогательное оборудование комбинированных (паро-водогрейных) котельных.
17. Компоновка оборудования центральных котельных (водогрейной, паровой, комбинированной).
18. Методы регулирования тепловой нагрузки.
19. Температурный график сетевой воды при качественном регулировании.
20. Построение температурного графика сетевой воды при качественном регулировании тепловой нагрузки.
21. Задачи гидравлического расчета. Основные расчетные зависимости гидравлического расчета водяных тепловых сетей. Линейное и местное падение давления.
22. Гидравлический расчет систем вентиляции.
23. Схемы и конфигурации тепловых сетей.
24. Пьезометрический график. Принципы его построения.



25. Основные требования к режиму давлений водяных тепловых сетей.
26. Определение параметров сетевых и подпиточных насосов.
27. Оборудование тепловых сетей. Трасса и профиль теплопроводов.
28. Конструкции теплопроводов. Основные требования, предъявляемые к теплопроводам.
29. Подземные теплопроводы: в проходных, полупроходных и непроходных каналах.
30. Бесканальные теплопроводы.
31. Надземные теплопроводы.
32. Опоры.
33. Компенсация температурных удлинений теплопроводов. Типы компенсаторов.
34. Местные тепловые пункты. Назначение.
35. Схема местного теплового пункта.
36. Приборы и системы автоматического регулирования отпуска тепловой энергии, применяемые в местных тепловых пунктах.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен в 8-м семестре.

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом не принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практи-

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«зачтено»	<p>ческих заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины.</p> <p>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».</p>
«неудовлетворительно»/ не зачтено	<p>Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля.</p> <p>Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</p>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

#### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

#### Программное обеспечение

Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональным компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

### **для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. / Соколов Е. Я. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01166-9. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011669.html>
2. Трухний А.Д., Поваров О.А., Изюмов М.А., Малышенко С.П. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс]: учебник для вузов. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011 - 472 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=83>
3. Цанев С.В., Буров В.Д., Земцов А.С., Осыка А.С. Газотурбинные энергетические установки [Электронный ресурс]: учебное пособие - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011 - 428 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=53>

### **Дополнительная литература.**

1. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций [Электронный ресурс]: - Электрон. дан. - М.: Физматлит, 2013 - 445 с. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59703](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59703)
2. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 4: Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Четвертое издание, стереотипное / под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина [Электронный ресурс]: справочник. - Электрон. дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с. - Режим доступа: <http://www.nelbook.ru/?book=149>

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- нен- ных	заме- нен- ных	но- вых	анну- лиро- ванн- ых					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10