

**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**

Первый проректор, проректор по научной  
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

« 04 » июня 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ МНОГОСЛОЙНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»**

**Направление подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства»**

**Направленность (профиль) подготовки – Строительные материалы и изделия**

**Уровень высшего образования** Подготовка кадров высшей квалификации

**Квалификация выпускника** «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

**Форма обучения - очная**

| Год       | Трудоемкость<br>зач. ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРА,<br>час. | Форма<br>промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|-----------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| Четвертый | 2/108                          | 36              | -                            | -                           | 72           | Зачет с оценкой                                     |
| Итого     | 2/108                          | 36              | -                            | -                           | 72           | Зачет с оценкой                                     |

г. Владимир 2015 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения дисциплины «Теплотехнические расчеты многослойных строительных систем» является получение аспирантами представления о показателях наружного климата, влияющего на тепловой, влажностный и воздушный режимы здания; изучение законов и методов расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях, а также основ расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений; освоение показателей комфортности внутренней среды для человека.

Основными задачами курса «Теплотехнические расчеты многослойных строительных систем» являются получения знаний, законов, понятий, характеристик тепломассообмена в зданиях, владеть методами аналитического, численного, инженерного расчета и экспериментальных исследований по дисциплине.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ОПОП ВО)**

Дисциплина «Теплотехнические расчеты многослойных строительных систем» является дисциплиной по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины» для подготовки аспирантов по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» направленности «Строительные материалы и изделия», изучается на втором году обучения. Для успешного освоения курса необходимы знания по циклам математических, естественнонаучных и специальных дисциплин, изучаемых по образовательным программам специалитета, бакалавриата и магистратуры: математика, теоретическая механика, техническая механика, строительные конструкции и т. д.

Значение курса для программы определяется тем, что сегодня показатель потребления газа и других энергетических ресурсов в стране в несколько раз превышает среднеевропейский, что катастрофически влияет на экономическое и экологическое положение. Соответственно, благодаря рациональному использованию энергии и теплосбережению можно достичь существенного улучшения энергетической, экологической и экономической ситуации, что является неотъемлемой частью подготовки аспиранта

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения программы аспирантуры у выпускника должны быть сформированы:

- Навыки владения методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1)
- Навыки владения культурой научного исследования в области строительства, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2)
- Способности соблюдать нормы научной этики и авторских прав (ОПК-3)
- Способности организовать работу исследовательского коллектива в области строительства (ОПК-7)
- Способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях(УК-1)

- Способности проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием занятий в области истории и философии науки (УК-2)
- Навыки использования МКЭ программных комплексов (ПК-3)

В результате изучения дисциплины аспирант должен

1) **Знать:** законы и методы расчета тепломассообмена в ограждающих конструкциях, а также основы расчета теплового, воздушного и влажностного режимов помещений. Освоить показатели комфортности внутренней среды для человека. (ОПК-1, ОПК-2, УК-1, УК-2)

2) **Уметь:** систематизировать информационные и исходные данные для проектирования ограждающих конструкций; рассчитывать и конструировать детали и узлы ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; обеспечивать соответствие разрабатываемых конструкций ограждений стандартом, нормам и правилам, техническим условиям и другим исполнительным документам; анализировать научно-техническую информацию отечественного и зарубежного опыта по строительной теплофизике; проводить эксперименты по заданным методикам, составлять описание проводимых исследований и систематизировать результаты; подготавливать данные в установленной форме для составления обзоров, отчетов, научных и иных публикаций.; (ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7, УК-2, ПК-3)

3) **Владеть:** расчетом и конструированием деталей и узлов ограждающих конструкций с использованием стандартных средств; стандартным пакетом автоматизации проектирования и исследований по строительной теплофизике. (ОПК – 1, УК-2, ПК-3)

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплотехнические расчеты многослойных строительных систем»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| №<br>п/п | Раздел (тема)<br>дисциплины                        | Год обучения | Виды учебной работы, включая<br>самостоятельную работу<br>аспирантов<br>и трудоемкость (в часах) |                         |                        |     | Формы текущего<br>контроля<br>успеваемости,<br>форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|----------|--|--------------|--|-------------------------|------------------------|-----|---|
|          |  |              | Лекции   | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы | СРА |   |
| 1        | Тепловлагопередача<br>через наружное<br>ограждение | 2            | 4  | -                       | -                      | 3   | Собеседование<br>№1   |
| 2        | Защитные свойства<br>наружных ограждений           | 2            | 4  | -                       | -                      | 8   | Собеседование<br>№1   |

|               |   |   |    |   |   |    |                  |
|---------------|---|---|----|---|---|----|------------------|
| 3             | Стационарная тепло-передача через сложное наружное ограждение | 2 | 4  | - | - | 8  | Собеседование №1 |
| 4             | Нестационарные тепловые процессы в ограждениях зданий         | 2 | 4  | - | - | 8  | Собеседование №2 |
| 5             | Лучисто-конвективный теплообмен в помещении                   | 2 | 4  | - | - | 8  | Собеседование №2 |
| 6             | Комфортность тепловой обстановки помещения                    | 2 | 4  | - | - | 8  | Собеседование №2 |
| <b>ИТОГО:</b> |   |   | 36 | - |   | 72 | Зачет с оценкой  |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для формирования и развития профессиональных навыков у аспирантов при проведении лекций, а также при самостоятельной работе применяются следующие образовательные технологии.

При проведении лекций используются электронные средства обучения (ЭСО) в виде комплекта компьютерных слайдов. Использование компьютерных технологий позволяет ввести в образовательный процесс интерактивность, развивающую активные формы обучения. Это обстоятельство позволяет обеспечить эффективность самостоятельной работы аспирантов. Для реализации комплексного подхода в учебный процесс также интегрируются интерактивные образовательные технологии, включая информационные и коммуникационные технологии, а также применяются: - учебные дискуссии; мультимедийные технологии при проведении учебных занятий.

Целью самостоятельной работы являются формирование личности аспиранта, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа аспирантов заключается в изучении содержания тем курса по конспектам, учебникам и научной литературе, с использованием ресурсов Internet. Она может включать в себя практику подготовки рефератов, презентаций и докладов по ним. Тематика рефератов должна иметь проблемный и профессионально ориентированный характер, требующий самостоятельной творческой работы аспирантов. Самостоятельная работа аспирантов сопровождается консультациями с научным руководителем.

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

Для текущего контроля успеваемости аспирант предоставляет доклад на выбранную тему. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины аспиранты имеют возможность использовать активные элементы электронных методических материалов. Текущий контроль успеваемости самостоятельной работы аспиранта осуществляется в виде собеседования.

### **Оценочные средства для текущего контроля самостоятельной работы аспирантов**

#### **Вопросы к собеседованию №1**

Тема 1: Одно- и двумерное температурное поле. Теплопередача через ограждение с теплопроводным включением, в наружном углу и через стык ограждений. Вентилируемые воздушные прослойки. Влагопередача через ограждение с вентилируемой прослойкой.

Тема 2: Аналитическое решение задач о нагревании и охлаждении, о затухании температурных колебаний в ограждении

Тема 3: Теплотехнический расчет наружных ограждений. Теплотехнический расчет толщины утепленного слоя неоднородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции и с учетом экономии энергии.

#### **Вопросы к собеседованию №2**

Тема 1: Сложение колебаний и наложение температурных полей. Показания теплоусвоения, теплопоглощения и теплообмена в помещении. Уравнения теплоустойчивости помещения.

Тема 2: Воздухопроницаемость конструкции здания. Гравитационное и ветровое давление. Теплопередача через ограждение при фильтрации воздуха. Учет воздушного режима при расчете отопления и вентиляции

Тема 3: Влажностный режим помещений. Источники влаги в помещении. Внешние влажностные воздействия на здания. Влагосодержание материала. Упругость водяных паров, потенциал влажности. Распределение потенциала влажности и влагосодержания материалов в многослойных конструкциях. Передача тепла и влаги при наличии в ограждении воздушной прослойки. Влияние слоев различной плотности, воздушной прослойки, пароизоляционных слоев.

### **Оценочные средства для текущего контроля успеваемости аспирантов**

#### **Темы для подготовки докладов**

1. Актуальность вопроса о тепловой изоляции
2. Свойства теплоизоляционных материалов и конструкций
3. Минеральная вата и изделия из нее
4. Стекловолоконное волокно и изделия из него
5. Диатомит, трепел и изделия из них
6. Известково-кремнеземистые изделия
7. Вулканические изделия
8. Вспученный перлит и изделия из него
9. Вспученный вермикулит и изделия из него
10. Методы измерения коэффициента теплопроводности материалов

## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы к зачету с оценкой

1. Виды теплопередачи, основные расчётные зависимости
2. Теплопроводность
3. Определение теплопроводности материалов с учётом влажности
4. Передача тепла теплопроводностью
5. Передача тепла от внутреннего воздуха к внутренней поверхности
6. Конвективный теплообмен у внутренней и наружной поверхности наружных ограждений
7. Коэффициенты теплообмена у внутренней и наружной поверхностей ограждения
8. Передача тепла в твёрдых телах и воздушных прослойках.
9. Сопротивление теплопередаче ограждения
10. Требуемое сопротивление теплопередаче. Вывод расчётной формулы. Расчётная температура наружного воздуха.
11. Выбор расчётных параметров  $t_n$ ,  $t_b$ ,  $Dt^n$  при определении требуемого сопротивления теплопередаче
12. Нормируемая разность температур  $Dt^n$ . Чем объясняется необходимость нормирования?
13. Сопротивление теплопередаче по условиям энергосбережения
14. Определение необходимой толщины утепляющего слоя ограждения
15. Графический метод определения температур в ограждении
16. Относительная влажность и температура точки росы внутреннего воздуха
17. Максимальное и действительное парциальное давление водяных паров.
18. Условия конденсации влаги на внутренней поверхности наружных ограждений.
19. Условия конденсации влаги в толще ограждения
20. Сопротивление паропрооницанию для многослойного ограждения
21. Графический метод расчёта влажностного режима
22. Построение графика зависимости действительного парциального давления водяных паров от толщины  $e = F(x)$ .
23. Причины, вызывающие инфильтрацию воздуха через наружные ограждения.
24. Определение перепада давлений при расчёте инфильтрации воздуха через наружные ограждения.
25. Проверка ограждающих конструкций на воздухопроницание
26. Сопротивление воздухопроницанию наружных стен и окон.
27. Определение расхода тепла на нагревание инфильтрующегося воздуха.
28. Случаи нестационарной теплопередачи
29. Понятие о тепловой инерции. В каких расчётах используется показатель тепловой инерции?
30. Понятие о слое резких колебаний температуры при нестационарном теплообмене. Расчёт толщины слоя резких колебаний температуры .
31. Расчёт теплоустойчивости помещений.
32. Определение коэффициента теплоусвоения ограждения с учётом положения слоя резких колебаний температуры.
33. Расчёт теплопоглощения внутренних поверхностей помещения
34. Из условия аналогии процессов теплопроводности с воздухо- и паропроницаемостью вывести формулы для количества воздуха и пара, проходящего через ограждение.

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

### **Основная литература:**

1. Гагарин, В. Г. Теплотехнический расчет наружных ограждений и расчет теплового режима здания: учебное пособие / В. Г. Гагарин, Е. Г. Малявина, А. С. Маркевич ; Московский государственный строительный университет ; [рец.: И. К. Васильев, О. Д. Самарин]. - [2-е изд., перераб. и доп.]. - Москва : МГСУ, 2014. - 110 с.
2. Жерлыкина М.Н. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений: учебное пособие / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж, 2013 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2013). - 160 с. (126)
3. Теплофизика зданий [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е.Г. Малявина - М. : Издательство АСВ, 2013. - 144 с. - ISBN 978-5-93093-967-5.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939675.html>
4. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность [Электронный ресурс] Монография / Самарин О.Д. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 296 с. - ISBN 978-5-93093-665-0.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936650.html>

### **Дополнительная литература**

1. Изучение теплофизических процессов и свойств веществ с использованием методов компьютерного моделирования: учеб. пособие по курсу "Теория тепломассообмена" [Электронный ресурс] / В. Н. Афанасьев и др.; под ред. В. И. Хвостова, В. В. Носатова. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - 82, [2] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-3705-5.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703837054.html>
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу "Теплофизика двухфазных сред" [Электронный ресурс] / Д.Н. Морской, В.В. Школа. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 36, [4] с. : ил. - ISBN 978-5-7038-4084-9.

### **Периодические издания**

Журналы:

- 1.Архитектура и строительство России (Индекс 73271)
- 2.Бетон и железобетон (Индекс 70050)
- 3.Жилищное строительство (Индекс 79250)
- 4.Известия вузов. Строительство (Индекс 70377)
- 5.Механизация строительства (Индекс 79251)
- 6.Промышленное и гражданское строительство (Индекс 70695)
- 7.Технологии бетонов (Индекс 46501)

### **Программное обеспечение и интернет-ресурсы**

«Российское образование» - федеральный портал <http://www.edu.ru/index.php>  
Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>  
Электронная библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>  
Федеральная университетская компьютерная сеть России <http://www.runnet.ru/>  
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru/>  
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»  
<http://www.vestnikmgisu.ru/>

## **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения занятий необходима материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-педагогических работ. Минимально необходимый для реализации научно- исследовательской практики перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в Интернет), компьютерные классы, библиотечный фонд, специально оборудованные кабинеты для самостоятельной работы, имеющие рабочие места для аспирантов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных и Интернет и т.д.

Занятия аспирантов проводится в учебном корпусе №1, в специализированной мультимедийной аудитории №110, оборудованной проектором и комплектом научно-методических материалов по теме изучаемой дисциплины.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» и направленности (профилю) подготовки 05.23.05 «Строительные материалы и изделия»

Рабочую программу составил профессор кафедры СМ, д.т.н

Валуйских В.П.

Рецензент Генеральный директор ООО «ВЗМ» Коровов А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СМ

протокол № 8а от 04.06.2015 года.

Заведующий кафедрой Рилатов В.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.06.01 «Техника и технологии строительства»

Протокол № 10 от 04.июня 2015 года

Председатель комиссии декан АСР Ардеев С.Н.

(ФИО. подпись)