

1 БГТУ/м 31

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения
Нестеров М.Н./
« 16 » Ок 2016 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Уваров В.А./
« 16 » Ок 2016 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Математическое моделирование внутренних инженерных систем
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

08.03.01 «Строительство»
(шифр и наименование направления)

Направленность программы (профиль, специализация):

08.03.01-13 «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение
зданий, сооружений, населенных пунктов»

Квалификация

бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

заочная
(очная, заочная и др.)

Вид деятельности: изыскательская и проектно- конструкторская



Институт: архитектурно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции


Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом № 201 от 12.03.2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: д-р техн. наук, профессор  (К.И. Логачев)
д-р техн. наук, профессор  (О.А. Аверкова)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Теплогасоснабжение и вентиляция»

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 08 » 06 _____ 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«Теплогасоснабжения и вентиляции»

« 08 » 06 _____ 2016 г., протокол № 15

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
«Архитектурно-строительного»

« 16 » 06 _____ 2016 г., протокол № 11

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	(ОПК-1)	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: простейшие математические модели процессов ТГВ;</p> <p>Уметь: решать практические задачи с использованием методов компьютерного моделирования;</p> <p>Владеть: аппаратом численного решения задач</p>
Профессиональные			
2	(ПК-2)	владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: компьютерные методы моделирования технологических процессов</p> <p>Уметь: использовать компьютерные методы для совершенствования технологических процессов</p> <p>Владеть: навыками использования информационных технологий для совершенствования технологических процессов</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Выполнение ВКР

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	2	70
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	14	2	12
лекции	8	2	6
лабораторные	6		6
практические	-	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	58		58
Курсовой проект	-		-
Курсовая работа	-		-
Расчетно-графическое задания	-		-
Индивидуальное домашнее задание	9		9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	-		-
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет		Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Простейшие модели течений					
	Линейные источник и сток. Точечный источник и сток. Линейный вихрь. Закон Био-Савара-Лапласа. Диполь. Кольцевой вихрь.	2		1	10
2. Некоторые сведения из вычислительной математики					
	О методе половинного деления решения уравнений. Приближенное вычисление определенных интегралов и обыкновенных дифференциальных уравнений.	1		1	9
3. Метод наложения потоков					
	Взаимодействие стоков. Течение над непроницаемой плоскостью. Течения вблизи всасывающих каналов, встроенных в плоскую безграничную стенку.	1		1	9
4. Некоторые сведения из теории функций комплексного переменного					
	Комплексные числа и действия над ними. Функции комплексного переменного. Предел функции, дифференцирование. Понятие о конформных отображениях. Простейшие отображения. Интеграл Кристоффеля-Шварца.	2		1	10
5. Расчет безотрывных течений вблизи щелевидных отсосов					
	Комплексный потенциал и комплексная скорость простейших течений. Вывод формул для определения осевой скорости вблизи щелевидных отсосов в безграничном пространстве и встроенного в плоскую стенку.	1		1	10
6. Расчет отрывных течений вблизи щелевидных отсосов					
	Метод Н.Э.Жуковского для расчета отрывных течений. Вывод формул для определения осевой скорости вблизи щелевидных отсосов в безграничном пространстве и встроенного в плоскую стенку.	1		1	10
	ВСЕГО	8		6	58

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Простейшие модели течений	Построение линий тока вблизи стоков, вихрей и диполей	1	5
2	Некоторые сведения из вычислительной математики	Вычисление заданного определенного интеграла	1	5
3	Некоторые сведения из вычислительной математики	Вычисление заданной системы обыкновенных дифференциальных уравнений	1	4
4	Метод наложения потоков	Расчет осевой скорости вблизи всасывающих отверстий	1	4
5	Некоторые сведения из теории функций комплексного переменного	Вычисление модуля и аргумента заданных комплексных чисел	1	6
6	Расчет безотрывных течений вблизи щелевидных отсосов	Определение осевой скорости вблизи щелевидных отсосов	1	4
7	Расчет отрывных течений вблизи щелевидных отсосов	Определение осевой скорости вблизи щелевидных отсосов	1	6
ВСЕГО:			6	34

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Простейшие модели течений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейные источник и сток. 2. Точечный источник и сток. 3. Линейный вихрь. 4. Закон Био-Савара-Лапласа. 5. Диполь. 6. Кольцевой вихрь.
2	Некоторые сведения из вычислительной математики	<ol style="list-style-type: none"> 1. О методе половинного деления решения уравнений. 2. Приближенное вычисление определенных интегралов 3. Приближенное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.
4	Метод наложения потоков	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие о методе наложения потоков. 2. Взаимодействие стоков. 3. Течение над непроницаемой плоскостью. 4. Течение вблизи кольцевого всасывающего отверстия. 5. Течение вблизи круглого всасывающего отверстия. 6. Течение вблизи эллиптического всасывающего отверстия. 7. Течение вблизи прямоугольного всасывающего отверстия. 8. Течение вблизи многоугольного всасывающего отверстия. 9. Сравнение дальности всасывающих отверстий различной формы.
5	Некоторые сведения из теории функций комплексного переменного	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплексные числа и действия над ними в алгебраической форме. 2. Изображение комплексных чисел на комплексной плоскости. Модуль и аргумент. 3. Комплексные числа в тригонометрической форме и действия над ними. 4. Формула Муавра. 5. Комплексные числа в показательной форме и действия над ними. 6. Функции комплексного переменного. 7. Предел функции, дифференцирование. 8. Понятие о конформных отображениях. 9. Простейшие отображения. 10. Интеграл Кристоффеля-Шварца.
6	Расчет безотрывных течений вблизи щелевидных отсосов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Комплексный потенциал и комплексная скорость простейших течений. 2. Вывод формул для определения осевой скорости вблизи щелевидных отсосов в безграничном пространстве 3. Вывод формул для определения осевой скорости вблизи щелевидных отсосов, встроенных в плоскую стенку.
7	Расчет отрывных течений вблизи щелевидных отсосов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Н.Э.Жуковского для расчета отрывных течений 2. Вывод формул для определения осевой скорости вблизи щелевидных отсосов в безграничном пространстве 3. Вывод формул для определения осевой скорости вблизи щелевидных отсоса в плоской стенке.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Не предусмотрены

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

1. Исследование осевой скорости вблизи всасывающих отверстий.

Выполнение ИДЗ предусматривает выполнение расчета по определению осевой скорости вблизи всасывающих отверстий различной формы и определение наиболее дальнобойного отверстия, а также сравнение расчетных значений осевой скорости, найденных в рамках различных математических моделей.

Цель задания: приобретение практических навыков по применению метода наложения потоков для решения задач по совершенствованию формы всасывающего отверстия местного вентиляционного отсоса.

Структура работы. ИДЗ предусматривает изложение теоретических основ по определению осевой скорости вблизи всасывающих отверстий разной формы и расчет по определению осевой скорости вблизи всасывающих отверстий различной формы и определение наиболее дальнобойного отверстия, а также сравнение расчетных значений осевой скорости, найденных в рамках различных математических моделей.

Оформление индивидуального домашнего задания. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение поставленной задачи на компьютере. Отчет индивидуального домашнего задания должен иметь следующую структуру: титульный лист; постановка задачи, результаты математического моделирования, предложения по совершенствованию системы обеспыливающей вентиляции. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Пример выполнения теоретической части задания

Метод наложения потоков основывается на том, что вектор скорости сложного потенциального потока несжимаемой жидкости может быть представлен в виде суммы векторов скорости составляющих его потоков

$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \dots + \vec{v}_n,$$

где n – количество складываемых потоков.

Это же утверждение справедливо для функций тока и потенциала сложного потока.

В инженерной практике встречается также иная модификация метода наложения потоков, не имеющего строгого математического и физического обоснования, однако имеющая неплохое совпадение с экспериментальными

данными для задач о воздушно-струйных течениях. Квадрат (куб) координат скорости равен сумме квадратов (кубов) соответствующих координат скоростей складываемых потоков

$$v_i^2 = v_{i_1}^2 + v_{i_2}^2 + \dots + v_{i_n}^2,$$

$$v_i^3 = v_{i_1}^3 + v_{i_2}^3 + \dots + v_{i_n}^3,$$

где v_i – i -координата вектора скорости.

Изменение геометрической формы вытяжного отверстия приводит к изменению скорости во всасывающем факеле, увеличение которой приводит к уменьшению производительности системы аспирации, а соответственно к снижению энергозатрат. Используя метод наложения потоков, определим форму отверстия, имеющего наибольшую дальность бейности.

Предполагаем, что скорость воздуха во всех точках равновеликих по площади вытяжных отверстия постоянна и равна V_0 .

Определим осевую скорость V_z у всасывающего отверстия в виде правильного n -угольника площадью S (рис.1).

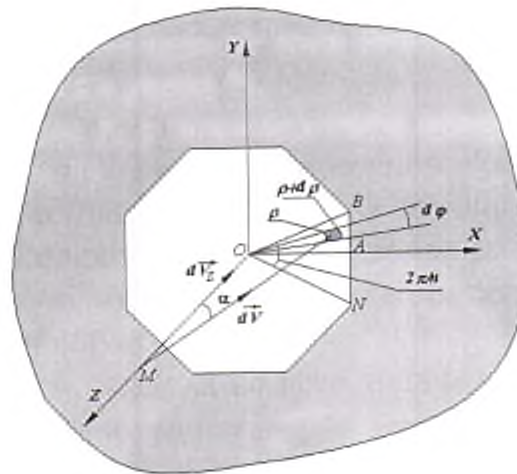


Рис.1. Правильный многоугольник, встроенный в плоскую безграничную стенку

Вычислим скорость V_{zOAB} в некоторой точке M , лежащей на оси OZ , вызываемой действием треугольного всасывающего отверстия OAB . Так как угол $\angle BOA = \frac{\pi}{n}$, то площадь многоугольника $S = \frac{1}{2} |OB|^2 n \sin \frac{2\pi}{n}$ и длина

$$|OA| = |OB| \cos \frac{\pi}{n} = \sqrt{\frac{S}{n} \operatorname{ctg} \frac{\pi}{n}}.$$

Вспользуемся полярной системой координат (полярная ось совпадает с OX) и выделим элементарную площадку $\rho d\rho d\phi$ в плоскости $\triangle OAB$, считая что на ней действует точечный сток. Тогда элементарный расход $dL = V_0 \rho d\rho d\phi$, скорость $dV_z =$

$$dV_z \cos \alpha = \frac{dL}{2 \cdot \pi \cdot (\rho^2 + z^2)} \cdot \frac{z}{\sqrt{\rho^2 + z^2}} \text{ и}$$

$$V_{z\ OAB} = \frac{V_0 \cdot Z}{2 \cdot \pi} \int_0^{\frac{\pi}{n}} d\varphi \int_0^{\frac{|OA|}{\cos\varphi}} \frac{\rho \cdot d\rho}{(\rho^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}}$$

Интегрируя и умножая полученный результат на количество таких треугольников $2n$, получим зависимость для осевой скорости у правильного многоугольника

$$V_z = \frac{n \cdot V_0}{\pi} \left[\frac{\pi}{n} - \arcsin \frac{Z \cdot \sin \frac{\pi}{n}}{\sqrt{\frac{S}{n} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\pi}{n} + Z^2}} \right]$$

Устремляя $n \rightarrow \infty$, получим известную формулу для расчета осевой скорости у круглого всасывающего отверстия

$$V_z = V_0 \cdot \left[1 - \frac{Z}{\sqrt{R^2 + Z^2}} \right],$$

где R – радиус круга.

При $n = 4$ имеем формулу для расчета скорости у квадратного отверстия, полученную И. А. Шепелевым,

$$V_z = \frac{2 \cdot V_0}{\pi} \cdot \operatorname{arctg} \frac{A^2 / 4}{\sqrt{A^2 / 2 + Z^2}},$$

где A – длина стороны квадрата.

Приведем также формулы для расчета осевых скоростей воздуха: у прямоугольного отверстия размером $2A \times 2B$

$$V_z = \frac{2 \cdot V_0}{\pi} \cdot \operatorname{arctg} \frac{B \cdot A}{Z \cdot \sqrt{B^2 + A^2 + Z^2}};$$

кольцевого отверстия с внутренним радиусом R_1 и внешним R_2

$$V_z = Z \cdot V_0 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{R_1^2 + Z^2}} - \frac{1}{\sqrt{R_2^2 + Z^2}} \right);$$

эллиптического

$$V_z = \frac{2 \cdot V_0}{\pi} \cdot \int_0^{\pi/2} \left[1 - \frac{Z}{\sqrt{\frac{a^2 \cdot b^2}{b^2 \cdot \cos^2 \varphi + a^2 \cdot \sin^2 \varphi} + Z^2}} \right] d\varphi,$$

где a – большая, b – малая полуоси эллипса.

Пример выполнения расчетной части задания для варианта 40

Произвести расчет изменения осевой скорости при удалении от всасывающих отверстий различной геометрической формы. Найти скорость в точке z (на оси отсоса), если z изменяется от 0 до 10 с шагом $\Delta z = 0,25$ для: 1) эллиптического отверстия с фокусами a , b при $b = 1$ и $a/b = 1 + 0,5i$, где i – номер варианта; 2) прямоугольного отверстия той же площади S , что и для эллипса (одна из сторон имеет длину 1); 3) кольцевого отверстия, той же площади S , при внутреннем радиусе $R_{внут} = 1$; 4) треугольного отверстия площадью S , при $n = 3$; 5) квадратного отверстия площадью S ; 6) круглого отверстия площадью S .

```
Program Otverstie;
Uses printer; var variant:integer; i:integer; z26:real; vo,z,
a,b:real; {Стороны прямоугольника} Sel,Rk,Rkr,rkp,Apr,int:real;
Vkol,Vpr,Vkv,Vel,Vkrug,Vtreug:real;
function dvel(z,phi:real):real;
Begin
dvel:=1-z/sqrt((sqrt(a*b)/(sqrt(b*cos(phi))+sqrt(a*sin(phi))))+z*z);
end;
procedure gaussint(z,niz,ver:real;var int:real);
const n=6; var a,x:array[1..20]of real; j:byte;
begin
x[1]:=0.93246951420315; x[2]:=0.66120938646626; x[3]:=0.23861918608319;
a[1]:=0.17132449237917; a[2]:=0.36076157304813; a[3]:=0.46791393457269;
for j:=1 to n do begin x[n-(j-1)]:=-x[j]; a[n-(j-1)]:=a[j] end;
for j:=1 to n do x[j]:=(ver+niz)/2+(ver-niz)/2*x[j]; int:=0;
for j:=1 to n do int:=int+a[j]*dvel(z,x[j]); int:=(ver-niz)/2*int;
end;
function arksin(x:real):real;
begin
if abs(x)=1 then arksin:=pi/2 else arksin:=arctan(x/sqrt(1-x*x));
end;
begin
write('Введите номер варианта ');
Read(variant);
vo:=1; b:=1; a:=b*(1+0.5*variant); sel:=pi*a*b; {Площадь эллипса}
apr:=sel/1; rk:=sqrt(sel/pi+1); rkp:=sqrt(sel/pi);
writeln('z Прямоугольник Квадрат Эллипс Кольцо Круг Треугольник');
for i:=1 to 20 do begin
z:=i*0.25;
vpr:=2*vo/pi*arctan(apr/4/z/sqrt(1/4+apr*apr/4+z*z)); {Прямоугольник}
vkv:=2*vo/pi*arctan(sel/4/z/sqrt(sel/2+z*z)); {Квадрат}
```

```

gaussint(z,0,pi/2,int);
Vel:=2*vo/pi*int;{Скорость у эллиптического отверстия }
Vkol:=z*vo*(1/sqrt(1+z*z)-1/sqrt(rk*rk+z*z));{Скорость у кольца}
Vkrug:=z*vo*(1/z-1/sqrt(rk*rk+z*z));{Круг}
Vtreug:=3*vo/pi*(pi/3-arksin(z*sin(pi/3)/sqrt(sel/3*sqrt(1/3)+z*z)));{Треуг.}
writeln(z:0:2,' ',vpr:0:4,' ',vkv:0:4,' ',Vel:0:4,' ',Vkol:0:4,' ',Vkrug:0:4,'
',Vtreug:0:4)
end;
end.

```

Результаты расчета при номере варианта 40.

Z	Прямоугольник	Квадрат	Эллипс	Кольцо	Круг	Треугольник
0,25	0,7048	0.9447	0.8434	0.1893	0.9468	0.9421
.....
1,0	0.2950	0.7837	0.4975	0.4986	0.7915	0.7745
.....
3,0	0.1047	0.4479	0.1992	0.4099	0.4612	0.4350
.....
5.00	0.0627	0.2602	0.1184	0.2513	0.2707	0.2525

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Аверкова, О.А. Вычислительный эксперимент в аэродинамике вентиляции / О. А.Аверкова; БГТУ им. В. Г. Шухова - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. - 109с.

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917451329503300006246>

2. Математическое моделирование процессов в системах аспирации [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч. I ; Ч. II / О. А. Аверкова, К. И. Логачёв. - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2007.

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918051481673700006545>

3. Логачев, К.И. Математические модели и численные методы САПР систем ТГВ / К. И. Логачев, О. А. Аверкова; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. - 154 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике: учеб. / В. С. Зарубин; ред.: В. С. Зарубин, А. П. Крищенко. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 495 с.
2. Пирумов, У. Г. Численные методы: учебное пособие / У. Г. Пирумов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Дрофа, 2003. - 221 с.
3. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.И. Аверченков — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>
4. Янилкин Ю.В., Стаценко В.П., Козлов В.И. Математическое моделирование турбулентного перемешивания в сжимаемых средах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.В. Янилкин, В. П. Стаценко, В.И. Козлов — Саратов: Российский федеральный ядерный центр, 2009. — 508с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18438>
5. Саталкина Л.В., Пеньков В.Б. Математическое моделирование: задачи и методы механики. [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Л.В. Саталкина, В.Б. Пеньков В.Б. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2013.: <http://www.iprbookshop.ru/22880>

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. EqWorld Мир математических уравнений <http://eqworld.ipmnet.ru/>
2. Открытая Научная Интернет Библиотека <http://lib.e-science.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
4. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>
5. Сайт НеХудожественная Литература NeHudLit: <http://www.nehudlit.ru/books/subcat352.html>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий, оборудованные компьютерной и проекционной техникой.

Компьютерный класс; лабораторная работа по построению линий тока вблизи стоков, вихрей и диполей; лабораторная работа по вычислению заданного определенного интеграла; лабораторная работа по вычислению заданной системы обыкновенных дифференциальных уравнений; лабораторная работа по расчету осевой скорости вблизи всасывающих отверстий; лабораторная работа по вычислению модуля и аргумента заданных комплексных чисел; лабораторная работа по определению осевой скорости вблизи щелевидных отсосов; определение осевой скорости вблизи щелевидных отсосов.

ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ, основанные на использовании методов сингулярных интегральных уравнений: Grohot; Spektr

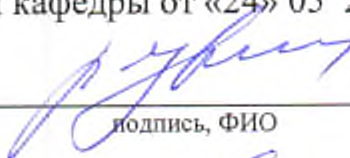
8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный
год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой


подпись, ФИО


Зваров В.А.

Директор института


подпись, ФИО


Зваров В.А.

*Примечание: пункт 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ (на
каждый учебный год) выполняются на отдельных листах.*


8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «11» 05 2018 г.

Заведующий кафедрой _____


подпись, ФИО

Чваров В.А.

Директор института _____


подпись, ФИО

Чваров В.А.

Примечание: пункт 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ (на каждый учебный год) выполняются на отдельных листах.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Курс «Математическое моделирование внутренних инженерных сетей» представляет собой дисциплину по выбору обучающегося из профессионального цикла подготовки студентов по направлению «Строительство», направленности «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов основным математическим моделям и численным методам решения инженерных задач на ЭВМ, возникающим при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Знания численных методов и математических моделей необходимы для инженеров, работающих в области проектирования, строительства и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Изучение данной дисциплины дает знание основных методов расчета движения потенциальных течений жидкости и газа, нестационарных вихревых нестационарных течений, всасывающих факелов местной вытяжной вентиляции, прогнозирования дисперсного состава пыли, удаляемого из укрытий.

В процессе выполнения лабораторных занятий студент осваивает основы реализации математических моделей на ЭВМ и программирования различных численных методов, используемых при решении инженерных задач.

Занятия проводятся в виде лекций и лабораторных занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, выполнения одного ИДЗ. Формой итогового контроля является зачет.

Исходный этап изучения курса предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к лабораторным работам, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и справочных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы* содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные термины и понятия, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке контрольных работ необходимо ознакомиться с публикациями в периодических изданиях. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на вопросы, содержащихся в методических пособиях по курсу. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к лабораторным работам и методическим указаниям для студентов заочного отделения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

Раздел 1. Простейшие модели течений

В разделе рассматриваются простейшие математические модели течений идеальной несжимаемой жидкости: линейные источник и сток; точечный источник и сток; линейный вихрь; диполь; кольцевой вихрь. Рассматривается закон Био-Савара-Лапласа. Вводится функция влияния на точку наблюдения точки приложения нагрузки, где размещены линейные источник и сток; точечный источник и сток; линейный вихрь; диполь; кольцевой вихрь.

Термины и понятия: линейные источник и сток, точечный источник и сток, линейный вихрь, циркуляция, закон Био-Савара-Лапласа, диполь, кольцевой вихрь.

Раздел 2. Некоторые сведения из вычислительной математики

В разделе рассматриваются метод половинного деления решения уравнений; численное вычисление определенных интегралов и обыкновенных дифференциальных уравнений.

Термины и понятия: трансцендентные уравнения, метод половинного деления, квадратурные формулы, весовые множители, шаг интегрирования, дискретизация промежутка интегрирования, точность, сходимость.

Раздел 3. Метод наложения потоков

В разделе рассматриваются методы широко распространенный в инженерной практике метод наложения потоков. С помощью указанного методы выводятся расчетные соотношения для течений при взаимодействии стоков; стока над непроницаемой плоскостью; определения осевой скорости вблизи всасывающих каналов различной формы, встроенных в плоскую безграничную стенку

Термины и понятия: метод наложения потоков; взаимодействие стоков; всасывающий факел, осевая скорость, дальнобойность всасывающего факела.

Раздел 4. Некоторые сведения из теории функций комплексного переменного

Задачей раздела является изучение метода расчета потенциальных течений – метод конформных отображений и метод профессора Н.Е. Жуковского. Для этого изучаются сведения о комплексных числах и действиях над ними. Рассматриваются простейшие функции комплексного переменного, предел функции, дифференцирование. Изучаются простейшие отображения: сдвига, растяжения, сжатия и др. Рассматривается отображение многоугольной области на верхнюю полуплоскость при помощи интеграла Кристоффеля-Шварца.

Термины и понятия: комплексные числа; алгебраическая форма записи комплексного числа; модуль и аргумент; тригонометрическая форма записи комплексного числа; показательная форма записи комплексного числа; предел функции, дифференцирование; конформные отображения; комплексный потенциал; комплексная скорость; функция Жуковского, свободная линия тока; интеграл Кристоффеля-Шварца.

Раздел 5. Расчет безотрывных течений вблизи щелевидных отсосов

В разделе рассматривается метод расчета течения в спектре действия щелевидных всасывающих течений в рамках безотрывной модели течения. При помощи интеграла Кристоффеля-Шварца выполняется конформное отображение физической области течения на течения вблизи стока в верхней полуплоскости. Определяется соответствие между точками физической и геометрической плоскостями течения и выражение для нахождения осевой скорости течения. Рассматриваются две задачи: течение у щелевидного отсоса в безграничной области; течение у щелевидного отсоса, встроенного в плоскую безграничную стенку.

Термины и понятия: физическая плоскость течения, геометрическая плоскость течения, осевая скорость, дальнобойность всасывающего факела, комплексный потенциал, комплексная плоскость, переход по бесконечно малой полуокружности.

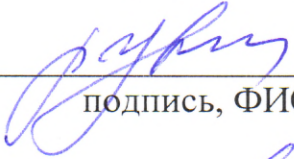
Раздел 6. Расчет отрывных течений вблизи щелевидных отсосов

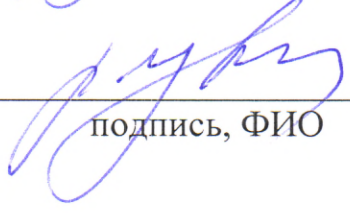
В разделе рассматривается метод расчета течения в спектре действия щелевидных всасывающих течений в рамках отрывной модели течения. При помощи интеграла Кристоффеля-Шварца, функции Жуковского устанавливается взаимосвязь физической области течения, геометрической области течения и параметрической области течения. Рассматриваются две задачи: течение у щелевидного отсоса в безграничной области; течение у щелевидного отсоса, встроенного в плоскую безграничную стенку.

Термины и понятия: параметрическая область течения, физическая плоскость течения, геометрическая плоскость течения, осевая скорость, дальнобойность всасывающего факела, комплексный потенциал, комплексная плоскость, переход по бесконечно малой полуокружности, свободная линия тока.

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.
Протокол № 1 заседания кафедры от « 30 » августа 2019 г.

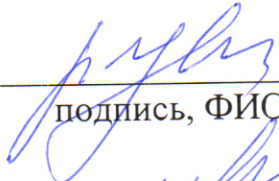
Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров

подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров

подпись, ФИО

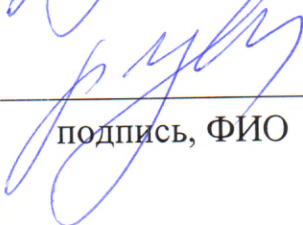
Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.
Протокол № 11 заседания кафедры от «21» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

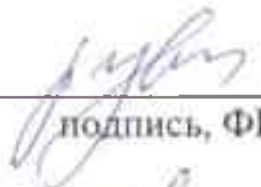
Директор института _____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры от «14» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров



подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров



подпись, ФИО