

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
В.А. Уваров  
x 27 в 05 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Математическое моделирование систем жизнеобеспечения**

направление подготовки (специальность):

20.03.01 «Техносферная безопасность»

Направленность программы (профиль, специализация):

20.03.01-01 «Безопасность технологических процессов и производств»

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная


**Институт: архитектурно-строительный**

**Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции**

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом № 680 от 25 мая 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: д-р техн. наук, проф.  (О.А. Аверкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой


«Безопасность жизнедеятельности»

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (А.Н. Лопанов)

« 24 » 05 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТГВ

« 24 » 05 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 24 » 05 2021 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК-1.2 Использует современные САПР, тематические программные комплексы при решении типовых задач по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей)
ПК-5 Способен определять фактические уровни негативных воздействий на человека и окружающую среду, анализировать механизмы воздействия опасностей на человека и среды обитания	ПК 5.2 Формулирует методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду; методы математической статистики для обработки данных и построения математических моделей для прогнозирования возможного развития ситуации; методы снижения уровней опасностей в среде обитания; основные принципы, лежащие в основе организации и проведения наблюдений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.2 Использует современные САПР, тематические программные комплексы при решении типовых задач по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> информационные технологии при решении математических задач; <b>Уметь:</b> использовать компьютерные методы решения математических задач; <b>Владеть:</b> методами компьютерного моделирования
ПК 5.2 Формулирует методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду; методы математической статистики для обработки данных и построения математических моделей для прогнозирования возможного развития ситуации; методы снижения уровней опасностей в среде обитания; основные принципы, лежащие в основе организации и проведения наблюдений	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> методы обработки экспериментальных данных; <b>Уметь:</b> анализировать адекватность аналитических данных относительно экспериментальных. <b>Владеть:</b> навыками и основными методами обработки экспериментов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-1** Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Математика
2	Физика
3	Информатика
4	Химия
5	Токсология
6	Инженерная графика
7	Механика
8	Гидрогазодинамика
9	Теплофизика
10	Электроника и электротехника
11	Метрология, стандартизация и сертификация
12	Материаловедение и технология конструкционных материалов
13	Физиология человека
14	Медико-биологические основы безопасности
15	Математическое моделирование систем жизнеобеспечения

## 2. Компетенция ПК-5

Способен определять фактические уровни негативных воздействий на человека и окружающую среду, анализировать механизмы воздействия опасностей на человека и среды обитания

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины <sup>1</sup>
1	Материаловедение и технология конструкционных материалов
2	Производственная санитария и гигиена труда
3	Промышленная экология
4	Безопасность технологических процессов и производств
5	Специальная оценка условий труда
6	Математическое моделирование систем жизнеобеспечения
7	Компьютерное моделирование в системах вентиляции
8	Безопасная технология дисперсных систем и наноразмерных функциональных объектов
9	Основы научных исследований
10	Защита техносферы от высокоэнергетических воздействий
11	Защита техносферы от электрических и магнитных излучений
10	Производственная преддипломная практика
11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины 2 зач. единицы, 72 часа

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические		
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	36	36
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Зачет	Зачет	Зачет

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс\_2\_ Семестр\_3\_\_

**1. 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. Динамика пылевых аэрозолей.					
	Дифференциальное уравнение динамики пылевых частиц. Построение траекторий пылевых частиц вблизи линейного и точечного стоков. Определение максимального диаметра пылевых частиц. Предельные траектории пылевых частиц. Коэффициент аспирации, коэффициент улавливания. Определение концентрации пылевых частиц во всасывающих каналах.	4		6	10
2. Расчет потенциальных течений методом граничных интегральных уравнений					
	История разработки метода. Обобщенный метод наложения потоков – метод граничных интегральных уравнений для двумерных течений без особенностей. Определение максимального диаметра пылевых частиц в аспирационном укрытии. Метод граничных интегральных уравнений для расчета трехмерных течений. Построение траекторий пылевых частиц. Отскок частиц от твердой стенки.	4		2	6
3. Расчет течений во вращающихся аэродинамических полях.					
	Расчет течений в областях с особенностями. Применение простого, двойного и вихревого слоя для моделирования течений. Моделирование течений в областях с вращающимися цилиндрами. Моделирование течений в спектре действия вентиляционного отсоса от токарного станка. Исследование динамики пылевых частиц. Определение оптимальной производительности местного вентиляционного отсоса.	3		3	8
4. Расчет течений в пульсирующих аэродинамических полях.					
	Вывод основных расчетных соотношений. Вычислительный алгоритм. Построение линий тока и траекторий пылевых частиц	2		3	7
5. Модель течения воздуха в перфорированной трубе, увлекаемого сыпучим материалом					
	Вывод дифференциального уравнения эжекции и рециркуляции воздуха. Вычислительный эксперимент. Линеаризация уравнения. Практические расчеты.	4		3	7

ВСЕГО	17	17	38
-------	----	----	----

#### 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 № 3				
1	Динамика пылевых аэрозолей.	Определение максимального диаметра пылевых частиц в спектре действия линейного стока	2	2
2	Динамика пылевых аэрозолей.	Определение максимального диаметра пылевых частиц в спектре действия точечного стока	2	2
3	Динамика пылевых аэрозолей.	Построение области аспирации и предельных траекторий частиц	2	2
4	Расчет потенциальных течений методом граничных интегральных уравнений	Определение максимального диаметра пылевых частиц в аспирационном укрытии	2	2
5	Расчет течений во вращающихся аэродинамических полях	Динамика пылевых частиц в спектре действия местного вентиляционного отсоса от токарного станка	3	3
6	Расчет течений в пульсирующих аэродинамических полях	Динамика частиц в аспирационном укрытии с вращающимся цилиндром-отсосом	3	3
7	Модель течения воздуха в перфорированной трубе, увлекаемого сыпучим материалом	Построение имитационной модели эжектируемого воздуха в аспирационном укрытии	3	3
ВСЕГО:			17	17

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы<sup>3</sup>

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Перечень индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.2 Использует современные САПР, тематические программные комплексы при решении типовых задач по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей)	Тестовый контроль, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, устный опрос, зачет,
ПК 5.2 Формулирует методы определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и природную среду; методы математической статистики для обработки данных и построения математических моделей для прогнозирования возможного развития ситуации; методы снижения уровней опасностей в среде обитания; основные принципы, лежащие в основе организации и проведения наблюдений	Тестовый контроль, выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, устный опрос, зачет.

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Динамика пылевых аэрозолей.	1. Дифференциальное уравнение динамики пылевых частиц. 2. Системы дифференциальных уравнений для построения траекторий пылевых частиц. 3. Алгоритм определения максимального диаметра пылевых



		<p>частиц.</p> <p>4. Алгоритм построения предельных траекторий пылевых частиц.</p> <p>5. Коэффициент аспирации, коэффициент улавливания</p> <p>6. Метод определения концентрации пылевых частиц во всасывающих каналах.</p>
2	Расчет потенциальных течений методом граничных интегральных уравнений	<p>1. История разработки метода граничных интегральных уравнений.</p> <p>2. Дискретизация границы области.</p> <p>3. Основные расчетные соотношения для расчета плоских течений без особенностей.</p> <p>4. Основные расчетные соотношения для расчета трехмерных течений без особенностей.</p> <p>5. Построение траекторий пылевых частиц.</p>
3	Расчет течений во вращающихся аэродинамических полях	<p>1. Расчет течений в областях с особенностями.</p> <p>2. Применение двойного слоя для расчета течений в областях с разрезами.</p> <p>3. Применение вихревого слоя для расчета течений в областях с разрезами.</p> <p>4. Вычислительный алгоритм определения оптимальной производительности местного вентиляционного отсоса.</p>
4	Расчет течений в пульсирующих аэродинамических полях	<p>1. Вывод основных расчетных соотношений для расчета течений в областях с вращающимися цилиндрами-отсосами.</p> <p>2. Вычислительный алгоритм построения линий тока и траекторий пылевых частиц.</p>
5	Модель течения воздуха в перфорированной трубе, увлекаемого сыпучим материалом	<p>1. Дифференциального уравнения эжектируемого воздуха.</p> <p>2. Дифференциального уравнения рециркулируемого воздуха.</p> <p>3. Способы линеаризации дифференциальных уравнений.</p> <p>4. Метод пристрелки численного решения системы нелинейных дифференциальных уравнений.</p>

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

*Не предусмотрено учебным планом*

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

*Не предусмотрено учебным планом*

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения	Специализированная мебель,

<p>лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации ГК, №312, 313</p>	<p>Компьютерный класс; лабораторная работа по численному интегрированию; лабораторная работа по численному решению дифференциальных уравнений; лабораторная работа по применению метода граничных интегральных уравнений, лабораторные работы по освоению метода дискретных вихрей; лабораторная работа по численному моделированию динамики твердых инерционных частиц; лабораторная работа по моделированию поведения пылевой аэрозоли в аспирационном укрытии, лабораторная работа по расчету плоских пылевоздушных течений, лабораторная работа по численному моделированию пылевоздушных течений в областях с вращающимися цилиндрами, лабораторная работа по моделированию отрывных течений на входе во всасывающие каналы, лабораторная работа по моделированию циркуляционных течений в замкнутом помещении, лабораторная работа по построению траекторий пылевых частиц. ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ, основанные на использовании методов сингулярных интегральных уравнений: <u>Grohot</u> <u>Spektr</u></p> <p>Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,</p>
---	--

**6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ, основанные на использовании методов сингулярных интегральных уравнений:**

Grohot  
Spektr

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

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

Электронный вариант издания: <https://elibr.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.

Электронный вариант издания: <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.

4. Срочко, В. А. Численные методы : курс лекций / В. А. Срочко. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010. - 203 с.

5. 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.

6. 2. Самарский, А. А. Численные методы / А. А. Самарский, А. В. Гулин. - М.: Наука, 1989. - 432 с.

7. 3. Пирумов, У. Г. Численные методы : учебное пособие / У. Г. Пирумов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Дрофа, 2003. - 221 с.

8. 4. Киреев, В. И. Численные методы в примерах и задачах : учеб. пособие / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - Изд. 2-е, стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 480 с. - (Прикладная математика для вузов).

9. 5. 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>

10. 6. 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>

11. 7. 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. — 97с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880>

12.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

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. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО