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 магистратуры
_____ И.В. Ярмоленко
«30» 03 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института инженерно-строительного
_____ В.А. Уваров
«30» 03 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Прикладная математика

направление подготовки:

08.04.01 «Строительство»

Направленность программы:

Управление инвестиционно-строительной деятельностью

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: Инженерно-строительный

Кафедра: Теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 482 от 31 мая 2017 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель: д.т.н., проф. (К.И. Логачев)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теплогазоснабжения и вентиляции

«21» мая 2020 г., протокол № 11

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» 05 2019 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: к.т.н., доц. (А.Е. Наумов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«30» 05 2019 г., протокол № 10

Председатель к.т.н., доц. (А.Ю. Феоктистов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименования компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Общепрофессиональные	ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1. 1 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	**Знать:** Основные фундаментальные законы **Уметь:** описывать и анализировать изучаемые процессы и явления. **Владеть:** навыками описания процессов и явления в исследуемой области.
		ОПК-1. 2 Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	**Знать:** Понятие и определения математической модели **Уметь:** составлять математические модели изучаемых процессов **Владеть:** навыками обоснования граничных и начальных условий
		ОПК-1. 3 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	**Знать:** Основные задачи профессиональной деятельности **Уметь:** Формулирование предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности **Владеть:** навыками оценки адекватности результатов моделирования
		ОПК-1. 4 Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	**Знать:** Основные законы теории оптимизации **Уметь:** применять методы теории оптимизации в профессиональной деятельности **Владеть:** навыками решения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности

	ОПК-2. Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий	ОПК- 2.4. Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	В результате освоения дисциплины обучающийся должен **Знать:** информационные технологии при решении математических задач; **Уметь:** использовать компьютерные методы решения математических задач; **Владеть:** методами компьютерного моделирования
	ОПК-6 Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ОПК-6.6 Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	В результате освоения дисциплины обучающийся должен **Знать:** технику измерения физических величин, приборы и оборудование для проведения физических измерений **Уметь:** обрабатывать результаты проведенных инженерных исследований, оценивать точность и достоверность имеющихся прямых и косвенных измерений с помощью методов математической статистики и теории вероятностей **Владеть:** математическими приемами анализа и обработки результатов исследований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1.

Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Прикладная математика
2	Проектирование комфортных зданий

2. Компетенция ОПК-2.

Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Прикладная математика
2	Основы научных исследований
3	Принципы создания доступной архитектурной среды
4	Проектирование архитектурной среды для людей с ограниченными возможностями
5	Проектирование доступной городской среды

2. Компетенция ОПК-6

Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Прикладная математика
2	Организация проектно-изыскательской деятельности
3	Основы научных исследований
4	Основы эргономики в проектировании доступной среды

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.
Форма промежуточной аттестации зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №1
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
Лекции	17	17
Лабораторные	34	34
Практические		
Групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в т. ч.:	55	55
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	46	46

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные з анятия	Самостоятельная работа
1.	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений				
	Использование информационных технологий для решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод последовательного исключения переменных. Метод Гаусса с выбором главного элемента.	2		4	5
2.	Численное решение трансцендентных уравнений				

	Отделение корней. Графическое решение уравнений. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных.	2		4	6
3.	Численное интегрирование				
	Использование информационных технологий для приближенного нахождения определенных интегралов. Методы трапеций, Симпсона и Гаусса.	3		6	8
4.	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений				
	Использование информационных технологий для приближенного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и Рунге-Кутта.	3		6	8
5.	Метод наименьших квадратов				
	Сущность метода наименьших квадратов. МНК в регрессионном анализе (аппроксимация данных). МНК в случае линейной регрессии. Простейшие частные случаи.	2		4	6
6.	Обработка экспериментальных данных				
	Основные понятия и определения. Проверка воспроизводимости опытов. Вычисление погрешности эксперимента. Рандомизация. Экспериментально-статистические модели. Оптимизация.	3		6	8
7.	Математические модели в технике				
	Математические модели: понятие, структура, свойства, теоретические и эмпирические модели	2		4	5
	ВСЕГО	17		34	46

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов

	раздела дисциплины			СРС
семестр № 1				
1	Численное решение систем линейных алгебраических уравнений	Численное решение на ЭВМ заданной системы линейных алгебраических уравнений	4	4
2	Численное решение трансцендентных уравнений	Численное решение на ЭВМ заданного трансцендентного уравнения	4	4
3	Численное интегрирование	Численное интегрирование на ЭВМ заданных определенных интегралов	6	6
4	Численное решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений	Численное решение на ЭВМ заданной системы обыкновенных дифференциальных уравнений	6	6
5	Метод наименьших квадратов	Использование метода наименьших квадратов для обработки результатов экспериментальных исследований	4	4
6	Обработка экспериментальных данных	Построение эмпирических зависимостей при помощи информационных технологий	6	6
7	Математические модели в технике	Использование метода граничных интегральных уравнений для решения задач механики сплошных сред	4	4
ВСЕГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Оформление индивидуальных домашних заданий. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки на бумажных листах в формате А4 или в тетради.

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.

Титульный лист или обложку тетради необходимо подписать по следующему образцу:

Студент БГТУ им. В.Г. Шухова
Андреев И.П., группа ТВ -191
ИДЗ №1

Пример выполнения теоретической части задания

Примеры тем теоретического задания

1. Метод конформных отображений.

2. Численное интегрирование несобственных интегралов.

3. Методы вихревой или магнитной аналогии.

4. Метод граничных интегральных уравнений для плоских областей без особенностей.

5. Метод граничных интегральных уравнений для плоских областей с особенностями.

6. Метод граничных интегральных уравнений для трехмерных областей без особенностей.

7. Метод граничных интегральных уравнений для трехмерных областей с особенностями.

8. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

9. Метод граничных интегральных уравнений для плоских областей с разрезами.

10. Вихревые методы расчета.

11. Метод дискретных вихрей.

Примеры практических заданий

Применение метода сингулярных интегральных уравнений в разомкнутых областях

Вариант 16

Исходные данные: полуширина всасывающей щели – 0,05м; расстояние между нижней точкой цилиндром и отсосом – 0,1м; радиус цилиндра $0{,}05 \cdot i$ =0,8м; линейная скорость вращения $(i-1)/4 =$ 3,75м/с

Постановка задачи: 1) построить линии тока при разных скоростях всасывания: 0; 7,5; 15 м/с; 2) построить траектории пылевых частиц диаметрами 10, 50, 90 мкм, увлекаемых во всасывающее отверстие при минимальной скорости в отсосе.

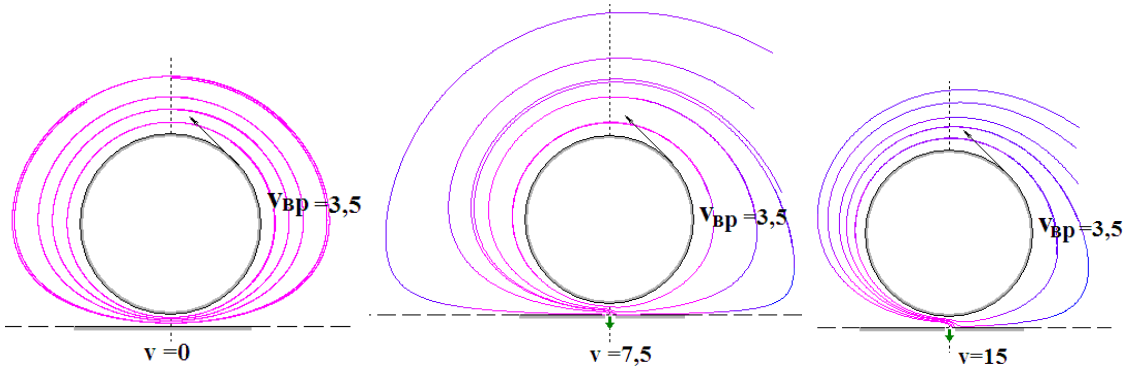

Рис.1. Линии тока вблизи вращающегося цилиндра радиусом 0,8м при разных скоростях во всасывающем отверстии

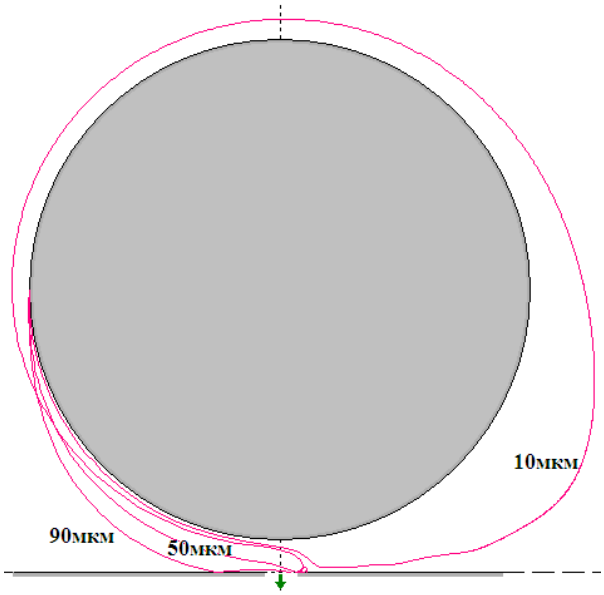

Рис.2. Траектории пылевых частиц радиусами 10, 50 и 90 мкм при скорости в отсосе 21 м/с и линейной скорости вращения 3,5 м/с

Применение метода сингулярных интегральных уравнений в замкнутых областях

Вариант 16

Исходные данные: высота укрытия – 1м; ширина укрытия – 2 м; ширина приточного отверстия – 0,2м; скорость притока – 1+i/10=2,6 м/с; радиус ци-

линдра 0,1+i/1000 м; координаты центра цилиндра – (1,75; 0,75); начальный угол всасывающей щели на цилиндре – 0, конечный – 30 градусов; скорость вращения i/2=8 м/с.

Постановка задачи:

1) построить линии тока в укрытии без цилиндра;

2) построить траектории пылевых частиц $d_{\max}$ и $d_{\max}$+1;

3) построить линии тока в укрытии с цилиндром;

4) построить траектории пылевых частиц $d_{\max}$ и $d_{\max}$+10;

5) сделать выводы.

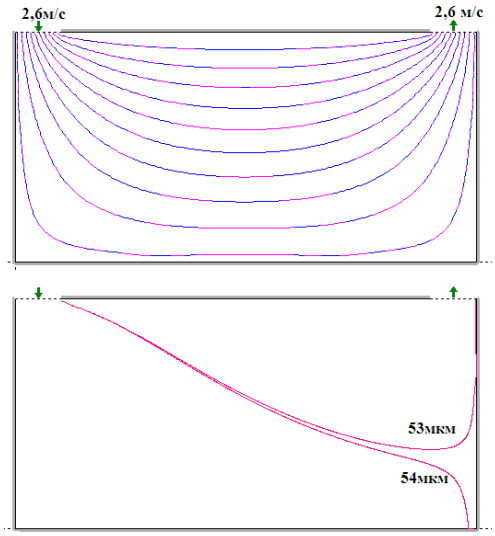

Рис.3. Линии тока и траектории пылевых частиц без цилиндра

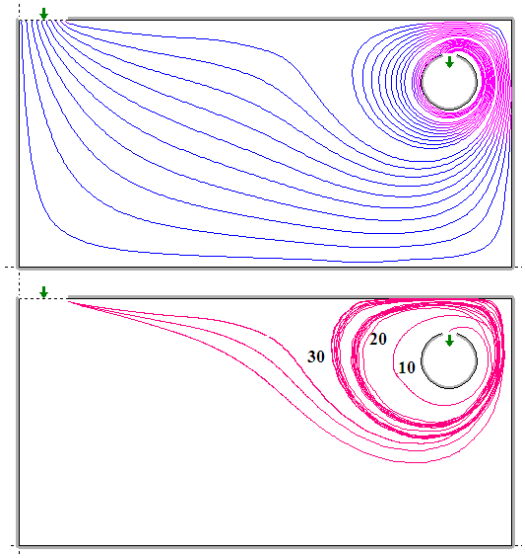

Рис.4. Линии тока и траектории пылевых частиц с цилиндром

Выводы.

Использование вращающегося против часовой стрелки цилиндра-отсоса позволяет существенно снизить максимальный диаметр улавливаемой частицы.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенции

1. Компетенция ОПК-1.

Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-1. 1 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Зачет, практические занятия, выполнение и защита ИДЗ
ОПК-1. 2 Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	практические занятия, собеседование, выполнение и защита ИДЗ
ОПК-1. 3 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, собеседование
ОПК-1. 4 Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Выполнение и защита ИДЗ, собеседование, зачет

1. Компетенция ОПК-2.

Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания

ОПК- 2.4. Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	зачет, собеседование, выполнение и защита ИДЗ

1. Компетенция ОПК-6

Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ОПК-6.6 Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	зачет, собеседование, выполнение и защита ИДЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **зачета**. Зачет состоит в итоговом собеседовании со студентом по выполненным лабораторным работам и лекционным занятиям.

Перечень вопросов на зачет.

1. Методы численного решения систем линейных алгебраических уравнений.

2. Метод Гаусса с выбором главного элемента.

3. Обращение матрицы.

4. Численные методы решения трансцендетных уравнений.

5. Метод половинного деления.

6. Метод Касательных, метод хорд.

7. Различные методы численного интегрирования.

8. Метод прямоугольников, метод трапеций.

9. Метод Симпсона.

10. Метод квадратурных формул Гаусса.

11. Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения.

12. Метод Рунге-Кутта.

13 Численное решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

14. Численное решение сингулярных интегральных уравнений.

15. Метод наименьших квадратов.

16. Определение коэффициентов корреляции.

17. Методы планирования эксперимента.

18. Методы обработки результатов экспериментальных исследований.

19. Понятие математической модели.

20. Понятие вычислительного эксперимента.

21. Структура математической модели.

22. Функциональные модели.

23. Иерархия математических моделей.

24. Математические модели простейших типовых элементов

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

Практические (семинарские) занятия.

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критерии оценивания индивидуального домашнего задания.

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал полностью раскрывает тему задания, в работе сформулированы значимые выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы полные, обоснованные и аргументированные выводы. Оформление заданий полностью соответствует предъявляемым требованиям.
4	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал раскрывает тему задания, в работе сформулированы адек-

Оценка	Критерии оценивания
	ватные выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме, для каждой задачи получены правильные ответы и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
3	Работа выполнена полностью. Теоретическое задание соответствует теме, представленный материал раскрывает тему задания, в работе сформулированы выводы. Практическая часть выполнена в полном объеме с незначительными ошибками и студентом сформулированы выводы. Оформление заданий в целом соответствует предъявляемым требованиям.
2	Работа выполнена не полностью. Теоретическое задание не соответствует теме, представленный материал не раскрывает тему задания, в работе не сформулированы выводы. Практическая часть не выполнена в полном объеме, не сформулированы выводы. Оформление заданий не соответствует предъявляемым требованиям.

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 лекционных и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации ГК, №312, 313,	Специализированная мебель. Информационные стенды по теплогазоснабжению. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1		

1.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Информационные технологии в строительной индустрии [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лаб. работ и индивид. домашнего задания для студентов строит. специальностей / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. материаловедения и технологии материалов ; сост. К. И. Логачев. - Электрон. текстовые дан. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015.

2. Математическое моделирование и численные методы в аэродинамике вентиляции: учебное пособие / О.А. Аверкова, К.И. Логачев. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. — 168 с.

3. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.И. Аверченков — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271с.

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.

5. Вычислительный эксперимент в аэродинамике вентиляции : учеб. пособие для студентов обучающихся по направлениям 270100, 280200 / О. А.Аверкова ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. - 109 с.

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- sciense.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

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 / 2021 учебный год. Протокол № _____ заседания кафедры от «25» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой_____ (д.т.н., профессор В.А. Уваров)
подпись, ФИО

Директор ИСИ _____ (д.т.н., профессор В.А. Уваров)
подпись, ФИО