

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



2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Компьютерное моделирование в системах вентиляции
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

20.03.01 «Техносферная безопасность»
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

«Безопасность технологических процессов и производств»
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

очная
(очная, заочная и др.)

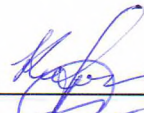
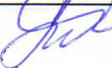
Институт: архитектурно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

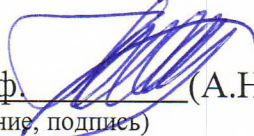
Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом № 246 от 21.03.2016 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 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)

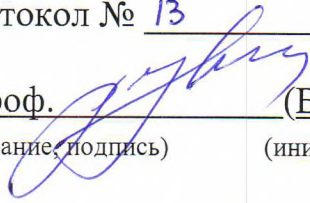
Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Безопасность жизнедеятельности»

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

« 12 » 05 2016 г.

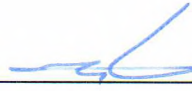
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«Теплогазоснабжения и вентиляции»

« 12 » 05 2016 г., протокол № 13

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»

« 23 » 05 2016 г., протокол № 9

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 учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: информационные технологии при решении математических задач; Уметь: использовать компьютерные методы решения математических задач; Владеть: методами компьютерного моделирования
Профессиональные			
2	ПК-15	Способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: методы обработки экспериментальных данных; Уметь: анализировать адекватность аналитических данных относительно экспериментальных. Владеть: навыками и основными методами обработки экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Информатика

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 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	34	34
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	ИДЗ
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	-	-
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет, Экзамен	Зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Метод сеток, разностные схемы					
	Основные понятия и определения. Краевая задача для уравнения Пуассона. Графическое представление решения.	4		2	4
2. Основные разностные схемы для решения нестационарного уравнения теплопроводности.					
	Явная схема. Неявная схема. Решение уравнения теплопроводности с использованием явной схемы. Решение уравнения теплопроводности с использованием неявной схемы.	4		4	6
3. Численное моделирование вихревых течений в закрытых вытяжных устройствах.					
	Вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в аспирационном укрытии. Комбинация методов граничных интегральных уравнений и дискретных вихрей. Расчет течений в многосвязных пульсирующих газодинамических областях	2		4	5
4. Численное моделирование вихревых течений в многосвязных областях с разрезами.					
	Вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в многосвязных областях с разрезами. Условие Томпсона. Расчет течения на входе в щелевидные каналы с экранами. Расчет течения в многосвязных областях с разрезами.	2		3	5
5. Численный метод дискретных вихревых многоугольников					
	Поле скоростей от вихревого отрезка. Вихревые многоугольники. Расчет вихревых течений газа на входе в квадратные и многоугольные всасывающие каналы. Расчет экранированных вытяжных устройств. Оптимизация вытяжных устройств по критерию дальности.	2		4	5
6. Метод дискретных стационарных вихрей					
	Вычислительный алгоритм расчета на входе в щелевидный и круглый всасывающие каналы при задании величины постоянной циркуляции на	3			2

	свободной поверхности тока. Вычислительный алгоритм расчета на входе в щелевидный и круглый всасывающие каналы при средней скорости всасывания. Расчет изменения к.м.с. входа в неплотности щелевидной и круглой формы при их механическом экранировании. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы в неограниченном пространстве. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы над непроницаемой плоскостью. Расчет течений на входе в круглый всасывающий патрубок при наличии набегающего потока. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы при наличии набегающего потока			
	ВСЕГО	17	17	27

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 № 2				
1	Метод сеток, разностные схемы	Краевая задача для уравнения Пуассона.	2	2
2	Основные разностные схемы для решения нестационарного уравнения теплопроводности.	Решение уравнения теплопроводности с использованием явной схемы.	2	2
3	Основные разностные схемы для решения нестационарного уравнения теплопроводности.	Решение уравнения теплопроводности с использованием неявной схемы.	2	2
4	Численное моделирование вихревых течений в закрытых вытяжных устройствах.	Расчет вихревых течений в замкнутых областях.	2	2
5	Численное моделирование вихревых течений в закрытых вытяжных устройствах.	Расчет пылегазовых потоков в пульсирующих газодинамических полях	2	2
6	Численное моделирование вихревых течений в многосвязных областях с разрезами.	Расчет течения на входе в щелевидные каналы с механическими экранами	1	1

8	Численное моделирование вихревых течений в многосвязных областях с разрезами.	Расчет течения в многосвязных областях с разрезами.	2	2
9	Численный метод дискретных вихревых многоугольников	Расчет вихревых течений на входе в квадратный всасывающий канал.	1	1
10	Численный метод дискретных вихревых многоугольников	Расчет вихревых течений на входе в круглый всасывающий канал.	1	1
11	Численный метод дискретных вихревых многоугольников	Расчет вихревых течений на входе в экранированный всасывающий канал.	2	2
ВСЕГО:			17	17

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	Метод сеток, разностные схемы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные понятия и определения. 2. Краевая задача для уравнения Пуассона. 3. Графическое представление решения.
2	Основные разностные схемы для решения нестационарного уравнения теплопроводности.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Явная схема. 2. Неявная схема. 3. Решение уравнения теплопроводности с использованием явной схемы. 4. Решение уравнения теплопроводности с использованием неявной схемы.
3	Численное моделирование вихревых течений в закрытых вытяжных устройствах.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в аспирационном укрытии. 2. Комбинация методов граничных интегральных уравнений и дискретных вихрей. 3. Расчет течений в многосвязных областях в пульсирующих газодинамических полях.
4	Численное моделирование вихревых течений в многосвязных областях с разрезами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в многосвязных областях с разрезами. 2. Условие Томпсона неизменности циркуляции. 3. Расчет течения на входе в щелевидные неплотности аспирационных укрытий. 4. Расчет течения в областях с тонкими экранами.
5	Численный метод дискретных вихревых многоугольников	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поле скоростей от вихревого отрезка. 2. Вихревые многоугольники. 3. Расчет вихревых течений на входе в квадратные и многоугольные всасывающие каналы. 4. Расчет экранированных вытяжных устройств. 5. Оптимизация вытяжных устройств по критерию дальности.
6.	Метод дискретных стационарных вихрей	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вычислительный алгоритм расчета на входе в щелевидный и круглый всасывающие каналы при задании величины постоянной циркуляции на свободной поверхности тока. 2. Вычислительный алгоритм расчета на входе в щелевидный и круглый всасывающие каналы при средней скорости всасывания. 3. Расчет изменения к.м.с. входа в неплотности щелевидной и круглой формы при их механическом экранировании. 4. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы в неограниченном пространстве. 5. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы над непроницаемой плоскостью. 6. Расчет течений на входе в круглый всасывающий патрубок при наличии набегающего потока. 7. Расчет течений на входе в отсосы-раструбы при наличии набегающего потока.

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 пылевоздушных течений на входе в вытяжные устройства и отсосы-раструбы в условиях набегающего потока.

Выполнение ИДЗ предусматривает построение линий тока, критической линии тока, траекторий пылевых частиц, предельной траектории пылевой частицы, коэффициента аспирации на входе во всасывающие круглые каналы или отсосы-раструбы в условиях набегающего потока.

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Численные методы. В. А. Срочко, Москва: Наука, 2013
2. Математические модели и численные методы САПР систем ТГВ. К. И. Логачев, О. А. Аверкова. Учебное пособие, Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2010
3. Аверкова, О. А. Математическое моделирование процессов в системах аспирации [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Ч. I; Ч. II / О. А. Аверкова, К. И. Логачёв.- Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2007.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918051481673700006545>
4. Аверкова, О. А. Вычислительный эксперимент в аэродинамике вентиляции [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / О. А. Аверкова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011.
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917451329503300006246>

6.2. Перечень дополнительной литературы

- 6 Зарубин, В. С. Математическое моделирование в технике: учеб. для вузов / В. С. Зарубин. - 2-е изд., стереотип. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 495 с. - (Математика в техническом университете ; вып. XXI, заключительный).
- 7 Пирумов, У. Г. Численные методы : учеб. пособие / У. Г. Пирумов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Дрофа, 2003. - 221 с. - (Высшее образование).
- 8 Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.И. Аверченков — Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271с.
<http://www.iprbookshop.ru/7003>
- 9 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.
<http://www.iprbookshop.ru/18438>

9.3 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 вычисление заданной системы обыкновенных дифференциальных уравнений; лабораторная работа по расчету осевой скорости вблизи всасывающих отверстий; лабораторная работа по вычисление 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

ПРИЛОЖЕНИЯ

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

Курс «Компьютерное моделирование в системах вентиляции» представляет собой дисциплину по выбору обучающегося из профессионального цикла подготовки студентов по направлению «Техносферная безопасность», направленности «Безопасность технологических процессов и производств».

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 РГЗ. 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. Метод сеток, разностные схемы

В разделе рассматриваются: основные понятия и определения; краевая задача для уравнения Пуассона; графическое представление решения.

Термины и понятия: краевая задача, уравнения Пуассона, разностные схемы, аппроксимация.

Раздел 2. Основные разностные схемы для решения нестационарного уравнения теплопроводности.

В разделе рассматриваются: явная схема; неявная схема; решение уравнения теплопроводности с использованием явной схемы; решение уравнения теплопроводности с использованием неявной схемы.

Термины и понятия: уравнение теплопроводности, дискретный аналог, вычислительный алгоритм; явная схема; неявная схема; решение уравнения теплопроводности с использованием явной схемы; решение уравнения теплопроводности с использованием неявной схемы.

Раздел 3. Численное моделирование вихревых течений в закрытых вытяжных устройствах.

Рассматриваются: вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в аспирационном укрытии; расчет поведения полифракционной пылевой аэрозоли, дисперсного состава и концентрации пылевых аэрозолей в аспирируемом воздухе; комбинация методов граничных интегральных уравнений и дискретных вихрей; расчет течений в многосвязных областях с вращающимися цилиндрами-отсосами.

Термины и понятия: дисперсный состав и концентрация пылевых аэрозолей, полифракционная совокупность пылевых частиц; суперпозиция дискретных вихрей и источников (стоков).

Раздел 4. Численное моделирование вихревых течений в многосвязных областях с разрезами.

Рассматриваются: вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в многосвязных областях с разрезами; условие Томпсона неизменности циркуляции; расчет течения на входе в щелевидные неплотности аспирационных укрытий; расчет течения на предприятиях агропромышленного комплекса.

Термины и понятия: нестационарные дискретные вихри; условие Томпсона, вычислительный алгоритм расчета вихревых течений в многосвязных областях с разрезами, микроклимат в зданиях и сооружениях.

Раздел 5. Численный метод дискретных вихревых многоугольников

В разделе рассматривается: определение поля скоростей от вихревого отрезка; вихревые многоугольники; расчет вихревых течений на входе в квадратные и многоугольные всасывающие каналы; расчет экранированных вытяжных устройств; оптимизация вытяжных устройств по критерию дальности.

Термины и понятия: вихревой отрезок, вихревой многоугольник, квазисимметричная задача, отрывная поверхность тока, размеры вихревых областей, профилирование.

Раздел 6. Метод дискретных стационарных вихрей

В разделе рассматриваются: вычислительный алгоритм расчета на входе в щелевидный и круглый всасывающие каналы при задании величины постоянной циркуляции на свободной поверхности тока; вычислительный алгоритм расчета на входе в щелевидный и круглый всасывающие каналы при средней скорости всасывания; расчет изменения к.м.с. входа в неплотности щелевидной и круглой формы при их механическом экранировании; расчет течений на входе в отсосы-раструбы в неограниченном пространстве; расчет течений на входе в отсосы-раструбы над непроницаемой плоскостью; расчет течений на входе в круглый всасывающий патрубок при наличии набегающего потока; расчет течений на входе в отсосы-раструбы при наличии набегающего потока; задачи аспирации аэрозолей в пробоотборники; определение критических линий тока и предельных траекторий пылевых частиц, коэффициента аспирации; критерии эффективности отсоса-раструба.

Термины и понятия: стационарные дискретные вихри; отсос-раструб; отрывная поверхность тока, присоединенные вихри, свободные вихри; механическое экранирование, коэффициент аспирации, коэффициент улавливания, критерии эффективности отсоса-раструба.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

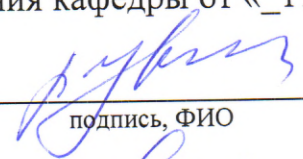
Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

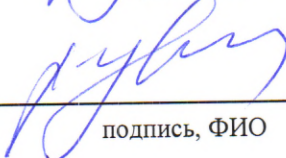
8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ И ГРАФИКА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (ГРС)

8.1. Утверждение рабочей программы без изменений

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

Протокол № 11 _____ заседания кафедры от «_11_»__05____ 2018 г.

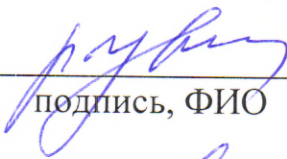
Заведующий кафедрой _____  В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____  В.А. Уваров
подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

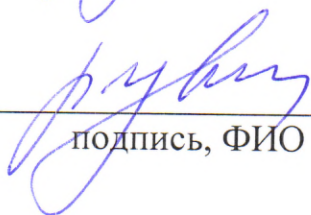
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.
Протокол № 1 заседания кафедры от « 30 » августа 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

Директор института

_____ В.А. Уваров


подпись, ФИО

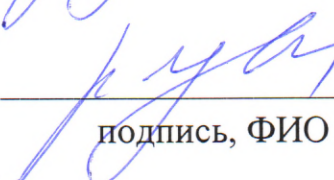
Утверждение рабочей программы без изменений

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