

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института заочного
обучения
Честеров М.Н.
« » 2016 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ
Павленко В.И.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Теория и практика сжигания топлива

Направление подготовки:
18.03.01 «Химическая технология»

Направленность программы:
Химическая технология вяжущих и композиционных материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

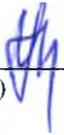
Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом исполняющего обязанности Министра образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2016 г., № 1005.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, направленности программы 18.03.01 - 02 Химическая технология вяжущих и композиционных материалов, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (С.А. Перескок)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологии цемента и композиционных материалов
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (И. Н. Борисов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » сентября 2016 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » сентября 2016 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (И. Н. Борисов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » сентября 2016 г., протокол № 1

Председатель  (Л. А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-1	Способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	<p>Знать: процесс сжигания топлива, принцип действия и устройство горелочных устройств, способы оптимизации процесса горения.</p> <p>Уметь: управлять процессом сжигания топлива без возникновения нарушений, обосновывать конкретные решения при осуществлении данного процесса</p> <p>Владеть: возможностью организовать сжигание топлива с позиций оптимизации проведения технологического процесса, минимизации воздействия на окружающую среду</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Общая и неорганическая химия
4	Процессы и аппараты химической технологии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Технология производства цемента.
2	Оптимизация технологического процесса производства цемента.
3	Управление работой цементных вращающихся печей.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	10	10
лекции	6	6
практические	4	4
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	62	62
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		Дифференцированный зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекционных часов	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практические занятия	самостоятельная работа
1. Основные понятия				
1	Основные характеристики органического топлива. Важнейшие теплотехнические характеристики органического топлива. Состав топлива. Горючие и балластные составляющие топлива. Теплота сгорания топлива.	1		6

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекци- онных часов	Объем на тематиче- ский раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практиче- ские за- нятия	самостоя- тельная работа
2. Основы процессов горения топлива				
	Материальный баланс процесса горения органического топлива. Основные показатели процесса горения органического топлива. Продукты полного и неполного сгорания. Коэффициент избытка воздуха.	1	1	6
	Основы теории горения органического топлива. Физико-химические основы процессов горения. Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях. Концентрационные границы воспламенения. Скорость горения, нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное распространение пламени.	1		8
3. Организация сжигания различных видов топлива				
	Особенности горения газообразного топлива. Основные особенности газообразного топлива. Особенности сжигания газообразного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства. Интенсификация сжигания газообразного топлива. Устойчивость пламени, обеспечение безаварийной работы установок.	1	1	8
	Воспламенение и механизм горения одиночной капли жидкого топлива. Сжигание жидкого топлива во вращающихся печах. Предварительная подготовка к сжиганию жидкого топлива. Топливосжигающие устройства. Особенности использования и горения твердого топлива. Механизм и кинетика горения углеродной частицы. Особенности сжигания пылеугольного топлива во вращающихся печах. Подготовка топлива к сжиганию. Топливосжигающие устройства пылевидного топлива. Технологические факторы, влияющие на регулирование факела.	1	1	8
	Организация сжигания топлива во вращающейся печи при использовании техногенных продуктов, подаче материалов с выгорающими добавками, при использовании альтернативных видов топлива.	1	1	6
	Всего	6	4	42

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
2	Основы процессов горения топлива	Определение удельного расхода топлива по составу отходящих газов.	2	5
		Жаропроизводительность топлива. Расчет калориметрической, теоретической, действительной температур горения топлива	1	3
3	Организация сжигания различных видов топлива	Истечение газа из устья горелок. Объемный и массовый расход газообразного топлива.	1	3
ВСЕГО:			4	11

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	Введение.	1. Основные понятия о теплотехнологических процессах. Развитие мирового производства потребления энергетических ресурсов. 2. Топливо-энергетический комплекс России, перспектива его развития.
2	Основные свойства видов органического топлива.	3. Основные характеристики органического топлива. Важнейшие теплотехнические характеристики органического топлива. Состав топлива. Горючие и балластные составляющие топлива. Теплота сгорания топлива. 4. Материальный баланс процесса горения органического топлива. 5. Продукты полного и неполного сгорания. Коэффициент избытка воздуха. Зависимость показателей горения от коэффициента избытка воздуха.
3	Подготовка различных видов топлива к сжиганию.	6. Подготовка топлива к сжиганию в печи. Схемы помола угля. Преимущества и недостатки каждой из схем. Модернизация отдельных узлов при помоле угля на объединенной с печью схеме.

		7. Подготовка жидкого и газообразного топлива к сжиганию
4	Основы теории горения органического топлива	8. Основные положения кинетики химических реакций применительно к процессам горения топлива. Понятие об основных стадиях процесса горения. 9. Смесеобразование в гомогенных системах. Роль молекулярной и турбулентной диффузии.
5	Сжигание газообразного топлива.	10. Механизм цепного горения метана. Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях. Концентрационные границы воспламенения 11. Скорость горения, нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное распространение пламени 12. Устойчивость пламени, обеспечение безаварийной работы установок. 13. Особенности сжигания газообразного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства. Интенсификация сжигания газообразного топлива
6	Сжигание жидкого топлива	14. Особенности использования жидкого топлива. Механизм горения жидкого топлива Воспламенение и горение одиночной капли жидкого топлива. 15. Сжигание мазута в цементных вращающихся печах. 16. Мазутные форсунки.
7	Сжигание пылеугольного топлива	17. Особенности горения твердого топлива. Особенности использования твердого топлива. Механизм и кинетика горения углеродной частицы. 18. Особенности сжигания пылеугольного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства пылевидного топлива.
8	Использование альтернативного топлива.	19. Особенности сжигания топлива при использовании техногенных продуктов. Возможные схемы работы при использовании альтернативных видов топлива
9	Оценка эффективности сжигания топлива	20. Газовый анализ. Определение состава продуктов сгорания топлива. 21. Определение удельного расхода топлива по составу отходящих газов.
10	Экология и сжигание топлива	22. Неполное горение топлива. Недопустимость наличия недожога топлива. 23. Механизм образования и способы снижения концентрации оксидов азота.

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

Не предусмотрено планом

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

Для успешного освоения курса дисциплины «Теория и практика сжигания топлива» в 6 семестре студенты должны выполнить индивидуальное домашнее задание.

Условие задания:

по известному составу топлива и характеристикам сырьевой смеси определить выход ($\text{м}^3/\text{кг кл}$) и состав сухих отходящих газов (%). По полученному составу сухих отходящих газов и рассчитанным теплотехническим характеристикам топлива заданного состава : $\text{CO}_2^{\text{мак}}$, % и теплоте сгорания, приходящейся на 1 м^3 сухих продуктов сгорания ($\rho, \text{кг у.т./м}^3$), проверить расход топлива на обжиг клинкера.

N варианта	Состав топлива, %					α	Титр сырья, %	ппп ^c , %	Расход топл., кг у.т./т кл.	$a_{\text{ун}}^{\text{без}}$, %	$t_{\text{газов}}$, °C
	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	N ₂	CO ₂						
1	100	-	-	-	-	1,11	76,0	34,5	210	2	10
2	-	100	-	-	-	1,12	76,5	34,8	220	3	15
3	-	-	100	-	-	1,14	77,0	35,0	200	4	20
4	50	50	-	-	-	1,23	75,5	34,2	150	3	15
5	50	-	50	-	-	1,10	75,8	34,4	205	2	10
6	-	50	50	-	-	1,30	76,3	35,2	125	3	15
7	90	3	2	3	2	1,07	76,1	35,0	195	4	20
8	85	5	5	3	2	1,08	76,3	34,9	240	5	5
9	80	10	5	-	5	1,25	76,1	35,0	135	4	10
10	96	1	1	1	1	1,12	75,6	34,6	230	3	12
11	92	3	2	1	2	1,08	75,9	34,8	225	2	8
12	95	2	1	1	1	1,22	76,0	34,5	110	3	10
13	82	7	5	3	3	1,13	76,3	34,6	120	4	12
14	96	1	1	1	1	1,15	76,2	34,7	215	3	8
15	94	2	2	1	1	1,07	75,8	34,0	218	2	10
16	93	2	1	2	2	1,10	76	34,5	200	5	15
17	85	6	5	2	2	1,13	76,3	34,6	215	4	10
18	90	4	1	3	2	1,15	76,5	35,0	210	3	12
19	92	2	2	2	2	1,10	76,3	34,8	200	2	10
20	94	2	1	1	2	1,12	77,0	35,2	195	3	5

*Расчет произвести для условия отсутствия безвозвратного уноса пыли, т.е. $a_{\text{ун}}^{\text{б}} = 0\%$ и значении коэффициента поправки на остаточную влажность отходящих газов $K_w = 1,0$.

** Расчет произвести для условия наличия безвозвратного уноса пыли и коэффициента поправки на остаточную влажность отходящих газов.

$$*** Q_H^P = 358,2 \times CH_4 + 637,5 \times C_2H_6 + 912,5 \times C_3H_8, \text{ кДж/м}^3$$

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

Основная литература

1. Классен В.К. Технология и оптимизация производства цемента (учебное пособие). – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – 308 с.
2. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента.– Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. – 126 с.
3. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч 1. Топливо/ СПбГТУРП.- СПб.,2011 – 84 с.
4. Белоусов В.Н., Смородин С.Н., Смирнова О.С. Топливо и теория горения. Ч 2. Теория горения/ СПбГТУРП.- СПб.,2011 – 142 с.
5. Пашков Л.Т. Основы теории горения.- М.; МЭИ (ТУ), 2002.- 125с.
6. Перескок С.А. и др. Теория и практика сжигания топлива. Методические указания к выполнению лабораторных работ.- Белгород: изд-во БГТУ, 2011.- 45с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

Дополнительная литература

1. Основы практической теории горения, под ред. В.В. Померанцева. - Л.: Энергия, 1986.
2. Частухин В.И., Частухин В.В. Топливо и теория горения. - Киев: "Вища школа", 1989.
3. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива - Л.: Недра, 1987.
4. Хзмалян Д.М., Каган Я.А. Теория горения и топочные устройства. - М.: Энергия, 1977.
5. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов. - Энергоиздат, 1990
6. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. - М.: Наука, 1971.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Сборник нормативных документов «СтройКонсультант» www.snip.ru - Доступ осуществляется в зале электронных ресурсов НТБ (к.302).
2. <http://www.knigafund.ru/>
3. <http://www.ustu.ru/study/high/bachelor-specialist/khtf/resource/hf-res-prof/>
4. <http://paht.ruz.net/materials.htm>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных лекционных аудиторий и лабораторий.

На практических занятиях студенты знакомятся с новейшими разработками в области создания современных горелочных устройств для сжигания топлива.

Имеется обучающий тренажёрный комплекс «Симулекс» для управления технологическими процессами производства цемента.

Кроме того, на кафедре имеется:

1. Компьютерный класс кафедры ТЦКМ. Программы для расчета состава сырьевых смесей, теплового баланса печных агрегатов
2. Аудитория, оснащенная презентационной техникой, комплект электронных презентаций
3. Кинофильмы: горелочные устройства, вращающиеся печи.
4. Макеты основного и вспомогательного оборудования

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

Протокол № 2 заседания кафедры от «7 » сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой



Борисов И. Н.

Директор института



Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018 /2019 учебный год.
Протокол № 13 заседания кафедры от « 15 » мая 2018г.

Заведующий кафедрой _____ Борисов И.Н.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

(или)

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями
Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20 /20 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____ Борисов И.Н.
подпись, ФИО

Директор института _____ Павленко В.И.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями утверждена для реализации в 2019/2020 учебном году.

Протокол № 16 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Изменения по п.3

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	6	6
лекции	4	4
практические	2	2
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	66	66
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		Дифференцированный зачет

Изменения по п.4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекционных часов	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практические занятия	самостоятельная работа
1. Основные понятия				

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекци онных часов	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практичес кие занятия	самостоя тельная работа
1	Основные характеристики органического топлива. Важнейшие теплотехнические характеристики органического топлива. Состав топлива. Горючие и балластные составляющие топлива. Теплота сгорания топлива.	0,5		6
2. Основы процессов горения топлива				
	Материальный баланс процесса горения органического топлива. Основные показатели процесса горения органического топлива. Продукты полного и неполного сгорания. Коэффициент избытка воздуха.	1	1	8
	Основы теории горения органического топлива. Физико-химические основы процессов горения. Воспламенение и распространение пламени в горючих смесях. Концентрационные границы воспламенения. Скорость горения, нормальная скорость распространения пламени. Турбулентное распространение пламени.	0,5		8
3. Организация сжигания различных видов топлива				
	Особенности горения газообразного топлива. Основные особенности газообразного топлива. Особенности сжигания газообразного топлива во вращающихся печах. Топливосжигающие устройства. Интенсификация сжигания газообразного топлива. Устойчивость пламени, обеспечение безаварийной работы установок.	1		8
	Воспламенение и механизм горения одиночной капли жидкого топлива. Сжигание жидкого топлива во вращающихся печах. Предварительная подготовка к сжиганию жидкого топлива. Топливосжигающие устройства. Особенности использования и горения твердого топлива. Механизм и кинетика горения углеродной частицы. Особенности сжигания пылеугольного топлива во вращающихся печах. Подготовка топлива к сжиганию. Топливосжигающие устройства пылевидного топлива. Технологические факторы, влияющие на регулирование факела.	0,5	1	10

№ п/п	Наименование раздела, краткое содержание	лекци онных часов	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час	
			практичес кие занятия	самостоят ельная работа
	Организация сжигания топлива во вращающейся печи при использовании техногенных продуктов, подаче материалов с выгорающими добавками, при использовании альтернативных видов топлива.	0,5		6
	Всего	4	2	46

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Основы процессов горения топлива	Определение удельного расхода топлива по составу отходящих газов.	1	8
		Жаропроизводительность топлива. Расчет калориметрической, теоретической, действительной температур горения топлива	1	5
ВСЕГО:			2	13

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

Заведующий кафедрой

 Борисов И. Н.

Директор института

 Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 17 заседания кафедры от «13» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой  _____ Борисов И. Н.

Директор института  _____ Павленко В.И

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

При чтении лекций используются современные мультимедийные средства, которые применяются студентами при самостоятельной их работе. Темы практических занятий тесно увязаны с лекционным курсом. Текущий контроль включает проверку решения практических задач. Итоговый контроль – дифференцированный зачет.

Целью изучения курса является формирование у будущих специалистов теоретических знаний по физико-химическим процессам сжигания различных видов органического топлива, протекающих при получении вяжущих материалов, а также практических навыков анализа трудностей технологического процесса производства и их устранения.

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов.

Исходный этап изучения курса «Теория и практика сжигания топлива» 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 практическим занятиям, а также в видеолекциях для студентов дистанционной формы обучения. В учебниках и учебных 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 к занятиям необходимо ознакомиться с публикациями в периодических изданиях. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

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 занятиям и методическим указаниях. 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.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 / 2022 учебный год.

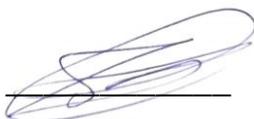
Протокол № 19 заседания кафедры от « 14 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой



И.Н. Борисов

Директор института



Р.Н. Ястребинский