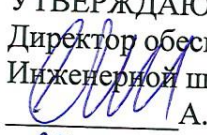


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор обеспечивающей
Инженерной школы энергетики

А.С. Матвеев
« 05 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Моделирование тепловых процессов			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»		
	Автоматизация теплоэнергетических процессов		
	высшее образование - магистратура		
	1	семестр	1
	3		
Курс	Временной ресурс		
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	Лекции		8
Виды учебной деятельности	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		48
	Самостоятельная работа, ч		60
Контактная (аудиторная) работа, ч	в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовой проект
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель			Заворин А.С.
			Стрижак П.А.
			Глушков Д.О.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК(У)-2.1У1	Умеет решать инновационные задачи инженерного профиля
				ОПК(У)-2.1З1	Знает основные методы инновационных инженерных исследований, технических испытаний и сложных экспериментов
		И.ОПК(У)-2.2	Проводит анализ полученных результатов	ОПК(У)-2.2В1	Владеет анализом и разработки рекомендации по результатам научных исследований объектов профессиональной деятельности
				ОПК(У)-2.2У1	Умеет формулировать выводы в условиях неоднозначности с применением глубоких теоретических и экспериментальных методов исследований
		И.ОПК(У)-2.3	Представляет результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.3В1	Владеет навыками оформления, представления и защиты результатов инновационных инженерных исследований, составления практических рекомендаций по их использованию
ПК(У)-1	Способен использовать глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания при предварительном анализе, проектировании, синтезе, ресурсоэффективной эксплуатации автоматизированных и автоматических систем управления теплоэнергетическими процессами, а также систем теплотехнических измерений и регистрации	И.ПК(У)-1.1	Обеспечение наиболее полного использования объекта управления (технологического процесса) для решения поставленных задач и соблюдение требований энергетической эффективности, повышения производительности труда и качества продукции	ПК(У)-1.1В2	Синтеза регуляторов в системах управления динамическими объектами на основе технологий нечеткой логики, экспертных систем
ПК(У)-5	Обеспечение поставок и свод балансов газа в границах зоны обслуживания	И.ПК(У)-5.1	Регулирование системы распределения и снабжения потребителей газом	ПК(У)-5.1В2	Владеет навыками подготовки оперативных распоряжений о сокращении или увеличении объем добычи, переработки, хранения и подачи газа потребителям в пределах установленных среднесуточных

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	организации газовой отрасли				лимитов
				ПК(У)-5.1У2	Умеет пользоваться специализированными программными продуктами
				ПК(У)-5.133	Знает нормативно-правовые акты, методические материалы по вопросам оперативного управления производством в области добычи, переработки, хранения, транспорта газа, газораспределения и газоснабжения
ПК(У)-3	Способен интегрировать знания различных областей для разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства, обеспечению экономичности, надежности и безопасности эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	И.ПК(У)-3.1	Безопасная, надежная и экономичная эксплуатация энергооборудования, выполнение диспетчерского графика нагрузки, бесперебойное энергоснабжение потребителей, поддержание нормативного качества отпускаемой энергии	ПК(У)-3.1В2	Подготовки исходных данных для моделирования и проектирования заданного объекта
				ПК(У)-3.1В3	Использования вычислительных комплексов для решения профессиональных задач
ПК(У)-6	Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования термодинамических и физико-химических процессов в теплоэнергетике, а также систем их контроля и управления, интерпретировать, давать практические рекомендации по внедрению результатов исследований в производство, критически их интерпретировать, публично	И.ПК(У)-6.1	Подготовка проекта слабосточных вод, систем диспетчеризации, автоматизации и управления инженерными системами объектов капитального строительства	ПК(У)-6.1У1	Разрабатывать алгоритмы численного решения задач теплообмена при моделировании теплоэнергетического оборудования при идентификации объектов управления
				ПК(У)-6.131	Разрабатывать алгоритмы численного решения задач теплообмена при моделировании теплоэнергетического оборудования при идентификации объектов управления

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	представлять и обсуждать результаты научных исследований				

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Знать методы решения задач тепломассопереноса, граничные и начальные условия, используемые в постановках задач, методы численного решения дифференциальных уравнений	И.ПК(У)-1.1,
РД 2	Уметь применять методы численного моделирования при решении задач теплопереноса в условиях, соответствующих тепломассообменным процессам и оборудованию ТЭС и АЭС	И.ОПК(У)-2.1, И.ОПК(У)-2.2, И.ОПК(У)-2.3, И.ПК(У)-5.1, И.ПК(У)-6.1
РД 3	Владеть опытом решения задач теплопереноса в условиях фазового равновесия, фазового перехода, химического реагирования с помощью специальных программных средств	И.ПК(У)-3.1, И.ПК(У)-6.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения частных производных	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 2. Моделирование тепломассообменных процессов без изменения фазового состояния	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3. Моделирование	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4

теплообменных процессов в условиях фазовых переходов		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 4. Моделирование теплообменных процессов при химическом реагировании взаимодействующих сред	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения частных производных

Краткое содержание раздела. Начальные условия. Краевые условия. Метод конечных разностей. Метод простой итерации. Уравнение теплопроводности. Методы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Темы лекций:

1. Начальные условия. Краевые условия. Метод конечных разностей. Метод простой итерации. Уравнение теплопроводности. Методы численного решения дифференциальных уравнений в частных производных.

Темы практических занятий:

1. «Методы решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений».
2. «Методы численного интегрирования».

Названия лабораторных работ:

1. «Решение нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений».
2. «Численное интегрирование»
3. «Численное решение дифференциальных уравнений».

Раздел 2. Моделирование теплообменных процессов без изменения фазового состояния
--

Краткое содержание раздела. Механизмы переноса теплоты. Основные базовые уравнения теплопереноса. Основные технологии, использующие теплообменные процессы и оборудование.

Темы лекций:

1. Механизмы переноса теплоты. Основные базовые уравнения теплопереноса. Основные технологии, использующие теплообменные процессы и оборудование.

Темы практических занятий:

1. «Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений».
2. «Математическое моделирование задачи прогрева неограниченной пластины при граничных условиях первого рода».

Названия лабораторных работ:

1. «Численное решение задачи теплопроводности».
2. «Прогрев двухслойной металлической пластины при постоянных значениях температуры на границах».
3. «Инертный прогрев пластины изоляционного материала с включениями

металлических конструкционных элементов при усреднении значений теплофизических характеристик материала»

Раздел 3. Моделирование тепломассообменных процессов в условиях фазовых переходов

Краткое содержание раздела. Особенности протекания тепломассообменных процессов при изменении фазового состояния взаимодействующих сред. Основные уравнения, описывающие испарение и конденсацию веществ. Особенности технологических процессов и тепломассообменного оборудования, функционирующего в условиях фазовых переходов.

Темы лекций:

1. Особенности протекания тепломассообменных процессов при изменении фазового состояния взаимодействующих сред. Основные уравнения, описывающие испарение и конденсацию веществ. Особенности технологических процессов и тепломассообменного оборудования, функционирующего в условиях фазовых переходов.

Темы практических занятий:

1. «Математическое моделирование задачи прогрева неограниченной пластины при граничных условиях первого рода».
2. «Математическое моделирование задачи прогрева двухслойной металлической пластины при постоянных значениях температуры на границах».

Названия лабораторных работ:

1. «Прогнозирование условий и характеристик теплофизических процессов при термическом разложении материалов и газофазном зажигании продуктов пиролиза».
2. «Прогнозирование условий и характеристик теплофизических процессов при термическом разложении материалов и газофазном зажигании продуктов пиролиза».
3. «Математическое моделирование задачи инертный прогрева пластины изоляционного материала с включениями металлических конструкционных элементов при усреднении значений теплофизических характеристик материала».

Раздел 4. Моделирование тепломассообменных процессов при химическом реагировании взаимодействующих сред

Краткое содержание раздела. Особенности протекания тепломассообменных процессов при химическом реагировании взаимодействующих сред. Основные уравнения, описывающие тепломассоперенос при химическом реагировании. Особенности технологических процессов и тепломассообменного оборудования, функционирующего в условиях химического реагирования.

Темы лекций:

1. Особенности протекания тепломассообменных процессов при химическом реагировании взаимодействующих сред. Основные уравнения, описывающие тепломассоперенос при химическом реагировании. Особенности технологических процессов и тепломассообменного оборудования, функционирующего в условиях химического реагирования.

Темы практических занятий:

1. «Математическое моделирование задачи прогрева двухслойной металлической пластины при постоянных значениях температуры на границах».
2. «Математическое моделирование задачи инертного прогрева пластины изоляционного материала с включениями металлических конструктивных элементов при усреднении значений теплофизических характеристик материала».

Названия лабораторных работ:

1. «Математическое моделирование задачи нагрева изоляционного материала потоком разогретого газа в условиях термического разложения».

Тематика курсовых работ (теоретический раздел)

1. Численное моделирование тепловых процессов при заданных разных схемах области решения задачи.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Подготовка к контрольной работе, к экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение.**

1. Стрижак П. А., Глушков Д. О. Математическое моделирование процессов теплообмена с фазовыми превращениями и химическим реагированием в теплоэнергетике: учебное пособие. – Томск: Изд-во STT, 2017. – 149 с. (Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m071.pdf> — Загл. с экрана).
2. Высокоморная О. В., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Испарение и трансформация капель и больших массивов жидкости при движении через высокотемпературные газы. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 302 с. (Режим доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C351474> — Загл. с экрана).
3. Гайдукова О. С., Глушков Д. О. Численное моделирование физико-химических процессов: учебное пособие. – Томск: Изд-во Алком, 2020. – 152 с. (Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m057.pdf> — Загл. с экрана).
4. Глушков Д. О., Жданова А. О. Моделирование тепловых процессов: методические указания к выполнению практических и лабораторных работ. – Томск: Изд-во Алком, 2020. – 44 с. (Режим доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m072.pdf> — Загл. с экрана).

Дополнительная литература:

1. Атрошенко Ю. К. Прогностическое моделирование процессов теплопереноса при оценках погрешностей измерений температур в узлах, блоках и агрегатах тепловых электрических станций: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ю. К. Атрошенко. – Томск: ТПУ. – 2015. – 18 с. (Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/a/2015/71.pdf> — Загл. с экрана).
2. Куделин Н. С. Численное моделирование тепловых процессов в стенке трубопровода / Н. С. Куделин, П. О. Дедеев; науч. рук. С. Н. Харламов // Проблемы геологии и освоения недр труды XVIII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 7-11 апреля 2014 г.: в 2 т. – 611–613 с. (Режим доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C11/V2/290.pdf> — Загл. с экрана).
3. Авдюнин Е.Г. Моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических установок: учебник. – Томск: Инфра-Инженерия. – 2019. – 184 с. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/124637/#28> — Загл. с экрана).
4. Glushkov, D.O., Kosintsev, A.G., Kuznetsov, G.V., Vysokomorny, V.S. Numerical simulation of ignition of a typical gel fuel particle, based on organic polymer thickener, in a high-temperature air medium // Acta Astronautica. – 2021. – Vol. 178. – P. 272–284. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.09.004>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Glushkov, D.O., Kuznetsov, G.V., Strizhak, P.A., Taburchinov, R.I. Numerical simulation of gel fuel gas-phase ignition by a local source of limited heat content // Acta Astronautica. – 2019. – Vol. 163. – P. 44–53. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.11.050>, свободный. – Загл. с экрана.
6. Antonov, D.V., Kuznetsov, G.V., Strizhak, P.A. Mathematical simulation of the heat and mass transfer in the movement of liquid droplets in a gas medium under the conditions of their intense phase transformations // Journal of Engineering Physics and Thermophysics, 2020, 93(5), стр. 1055–1076. – 2020. – Vol. 93, No. 5. – P. 88–101. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1007/s10891-020-02207-3>, свободный. – Загл. с экрана.
7. Antonov, D.V., Fedorenko, R.M., Kuznetsov, G.V., Strizhak, P.A. Modeling the micro-explosion of miscible and immiscible liquid droplets // Acta Astronautica. – 2020. – Vol. 171. – P. 69–82. Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.02.040>, свободный. – Загл. с экрана.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Elibrary.ru: научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
2. База данных нормативных документов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kodeks.lib.tpu.ru/docs/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.

Matlab

3. MatLab. Урок 1. Основы программирования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/SqRlyNFJ5f4/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
4. MatLab 01 Начало работы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/fcrhXFxCbD8/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
5. MatLab 02 Среда разработки [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/Y2eTIYtGkXk/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
6. MatLab 03 Написание программ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://youtu.be/_6dmJulZVkg/ в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.

7. MatLab 04 Массивы и матрицы [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/7AsTymGIWo4/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
8. MatLab 05 Фундаментальные классы (типы данных) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/Xriwl2jbjwU/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
9. MatLab 06 Структуры и массивы ячеек [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://youtu.be/8TUxIRpMj7E/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
10. MatLab 07 Интерактивное построение графиков [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://youtu.be/J_hGJ7wYCr4/ в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
11. Matlab 08 Расширенное построение графиков: особенности и приемы [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://youtu.be/rH8kiCK_aUQ/ в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.

Ansys

12. Испарение капель [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=ksJpZuxT7mQ/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
13. Столкновение аэрозолей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=S0MUu2svgQ8/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
14. Генерация капель [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=XShQfGzWUbs/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.
15. Горение угля [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=YXFS8gCmXgc/> в сети ТПУ свободный. – Загл. с экрана.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 28	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест; Шкаф для одежды - 2 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Тумба стационарная - 10 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 4 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов,	Лабораторная установка "Исслед. моделир. информац.-измерит. сис-м автоматич. контр. и регулирован." - 1 шт.; Прибор аналоговый А-502-202 - 1

	курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 219	шт.; Лабораторная работа 1 "Изучение, поверка и калибровка преобразователей температуры" - 1 шт.; Потенциометр Диск-250 - 2 шт.; Лабораторный комплекс 6 Показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, регулирующие приборы - 1 шт.; Расходомер ДПС - 1 шт.; Лабораторная установка "Изучение, калиб-ка и поверка приборов и преобраз.температ." - 2 шт.; Лабораторная установка "Изучение, калиб-ка и поверка приборов и преобраз.давления" - 1 шт.; Прибор ИПДС - 1 шт.; Лабораторный комплекс 5 Изучение, калибровка и поверка газоанализаторов - 1 шт.; Лабораторная работа 3 Изучение комплекта расходомера переменного перепада давления Поверка преобразователя разности давления - 1 шт.; Прибор РП-160 - 2 шт.; Лаб.уст."Исслед.распределенных сис-м управл.теплоэнекр.г.объектами." - 4 шт.; Термостат жидкостный Термотест-100 - 1 шт.; Многофункциональный калибратор Метран-510-ПКМ - 3 шт.; Прибор КПП-Т - 1 шт.; Лабораторная работа 2 "Изучение, поверка и удаленная калибровка интеллектуальных преобразователей давления" - 1 шт.; Измеритель-регулятор темп - 1 шт.; Лабораторный комплекс 4 Изучение и поверка тягонапорометров - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
3.	Аудитория - помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 120	Компьютер - 16 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Автоматизация теплоэнергетических процессов» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ИШФВП		Глушков Д.О.

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от «26» июня 2020 г. № 44).

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры
д.т.н, профессор

 / Заворин А.С./

Лист изменений рабочей программы:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)