

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета инженерно-физического  
факультета высоких технологий  
от «18» июня 2019 г., протокол № 11/02-19-10

Председатель  /А.А. Соловьев/  
(подпись)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	«Прогнозирование опасных факторов пожара»
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Наименование кафедры	Техносферная безопасность (ТБ)
Курс	3

Направление (специальность): **20.03.01 «Техносферная безопасность»** (бакалавриат)  
(код направления (специальности), полное наименование)

Профиль: «Пожарная безопасность».

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2019 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 10 от 17 июня 2020г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №1 от 30 августа 2022г

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №\_от\_20\_г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №\_от\_20\_г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №\_\_от\_\_20\_\_г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Варнакова Е.А.	ТБ	Доцент кафедры ТБ, к.т.н.

СОГЛАСОВАНО	
Заведующий выпускающей кафедрой	
	
____ Варнаков В.В. /	
Подпись	ФИО
18 июня 2019 г	

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ

### ДИСЦИПЛИНЫ: Цели освоения дисциплины:

- изучение принципов и методов математического описания (моделирования) взаимосвязанных термогазодинамических процессов, характеризующих в целом пожар в помещении (здании, сооружении) как сложное физическое явление, при котором наряду с выделением тепловой энергии (вследствие горения) изменяется со временем температура газовой среды и содержание кислорода в помещении, образуются токсичные газы, в результате задымления меняются оптические свойства газовой среды, происходит газообмен помещения с внешней атмосферой (или со смежными помещениями) через проемы и прогреваются строительные конструкции.

### Задачи освоения дисциплины:

- теоретически и практически подготовить будущих специалистов к проведению научно обоснованного прогнозирования динамики опасных факторов пожара (ОФП) в помещениях (зданиях, сооружениях);
- подготовить к проведению исследований реально произошедших пожаров при их экспертизе.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина «Прогнозирование опасных факторов пожара» относится к базовой части Профессионального цикла. Данная дисциплина является одной из профилирующих дисциплин в системе подготовки бакалавра по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Дисциплина читается в 5-ом семестре 3-ого курса студентам очно-заочной формы обучения и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- «Проектная деятельность»;
  - «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности»;
- а также при прохождении учебной практики.

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- способность использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач;
- способность работать самостоятельно;
- способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива;
- способность ориентироваться в перспективах развития техники и технологии защиты человека от опасностей техногенного характера.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:

- «Пожарная безопасность электроустановок»
  - «Расследование пожаров»
  - «Огнестойкость строительных конструкций»
  - «Преддипломная практика»
  - «Научно-исследовательская работа»
  - «практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»;
- а также для прохождения государственной итоговой аттестации.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК – 7 - способность организовывать и проводить техническое обслуживание, ремонт, консервацию и хранение средств защиты, контролировать состояние используемых средств защиты, принимать решения по замене (регенерации) средства защиты	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные математические модели пожаров (интегральные, зонные, дифференциальные) и методы их численной реализации с помощью компьютеров;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применительно к решению профилактических и тактических задач (разработка рекомендаций по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре, создание и совершенствование систем сигнализации и автоматических систем пожаротушения, разработка оперативных планов тушения пожаров, оценка фактических пределов огнестойкости строительных конструкций и т. д.), а также к исследованию реально произошедших пожаров:</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• работы с известными компьютерными программами расчета динамики опасных факторов пожара</li> </ul>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 4 ЗЕ.

##### 4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения_очно-заочная )			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		5	6	7
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36	-	-
Аудиторные занятия:	54	54		
лекции	18	18	-	-
Семинары и практические занятия	36	36	-	-
Лабораторные работы, практикумы	-	-		
Самостоятельная работа	54	54	-	-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др.(не менее 2 видов)	Доклад Тестирование Собеседование Опрос	Доклад Тестирование Собеседование Опрос	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	36 экзамен	36 экзамен	-	-
Всего часов по дисциплине	<b>144</b>	<b>144</b>	-	-

\*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения \_\_\_ очно-заочная \_\_\_

Название разделов и тем	Все го	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
<b>Раздел 1. Интегральная математическая модель пожара в помещении.</b>							
Тема 1. Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования ОП в помещениях.	12	2	4	-	-	6	Собеседование
Тема 2. Основные понятия и уравнения интегральной математической модели	12	2	4	-	-	6	Собеседование Доклад

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

пожара в помещении.							
Тема 3. Газообмен помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.	12	2	4	-	-	6	Собеседование Тестирование
Тема 4. Математическая постановка задачи о динамике ОФП в начальной стадии пожара.	12	2	4	-	-	6	Собеседование
Тема 5. Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода.	12	2	4	-	-	6	Собеседование Доклад
<b>Раздел 2. Зонная математическая модель пожара в помещении.</b>							
Тема 6. Основные положения зонного моделирования пожаров.	12	2	4	-	-	6	Собеседование Тестирование
Тема 7. Численная реализация зонной математической модели.	12	2	4	-	-	6	Собеседование
<b>Раздел 3. Дифференциальная (полевая) математическая модель пожара в помещении.</b>							
Тема 8. Основы	12	2	4	-	-	6	Собеседование

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

дифференциального метода прогнозирования ОФП.							Доклад
Тема 9. Численная реализация дифференциальной математической модели.	12	2	4	-	-	6	Собеседование Тестирование
Экзамен	36						36
Итого	108	18	36	-	-	54	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### Раздел 1. Интегральная математическая модель пожара в помещении

#### Тема 1. Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования ОФП в помещениях.

Опасные факторы пожара. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении; предельно допустимые значения ОФП.

Математическое моделирование, как наиболее современный научный метод прогнозирования ОФП. Основные требования, предъявляемые к моделям. Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования. Обзор развития методов прогнозирования ОФП.

#### Тема 2. Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении

Свойства газообразной среды в помещении при пожаре. Локальное равновесие и взаимосвязь между локальными термодинамическими параметрами состояния газовой среды. Пространственно-временное распределение локальных параметров состояния среды в помещении при пожаре. Влияние изменения состава и температуры газовой среды при пожаре на ее газовую постоянную, показатель адиабаты и теплоемкость. Присутствие мельчайших твердых частиц в газообразной среде и их вклад в интегральные значения внутренней (тепловой) энергии и массы среды, заполняющей помещение при пожаре. Влияние этих частиц на процессы тепломассопереноса и оптические свойства среды.

Интегральный метод описания состояния газовой среды при пожаре в помещении. Среднеобъемная плотность газовой среды и среднеобъемные парциальные плотности ее компонентов. Среднеобъемная внутренняя энергия и среднеобъемное давление газовой среды в помещении. Среднемассовая и среднеобъемная температуры среды в помещении. Методика определения среднеобъемного давления, среднемассовой и среднеобъемной температур на основе инструментальных измерений. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении.

Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами. Коагуляция и седиментация частиц дыма. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма. Связь между оптической плотностью дыма и дальностью видимости. Экспериментальные методы измерения оптической плотности дыма.

Интегральный метод термодинамического анализа пожара. Среда в помещении как открытая термодинамическая система. Взаимодействие этой системы с внешней средой и интегральные характеристики этого взаимодействия. Квазиравновесный процесс

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

изменения состояния этой системы при пожаре. Особенности процесса изменения состояния этой системы на от-дельных этапах развития пожара. Вывод дифференциальных уравнений ин-тегральной математической модели пожара, описывающих динамику опасных факторов пожара, – уравнений материального баланса среды и ее компонентов, уравнений баланса оптического количества дыма и энергии. Начальные условия и условия однозначности.

Классификация интегральных математических моделей пожара. Математическая постановка задачи о прогнозировании ОФП на основе полной системы дифференциальных уравнений интегральной модели пожара. Методы численного решения этой задачи. Приведение уравнений описывающих динамику ОФП, к безразмерному виду. Подobie и критерии подобия пожаров.

### **Тема 3. Газообмен помещений и теплофизические функции, не-обходимые для замкнутого описания пожара**

Причины, обуславливающие движение газа и газообмен помещения с внешней средой через проемы при пожаре. Распределение гидростатических давлений по вертикали внутри и снаружи помещения. Плоскость равных давлений (ПРД). Зависимость расположения ПРД от среднеобъемных значений давления и плотности газовой среды в помещении. Возможные режимы газообмена помещения через проем. Зависимость величины перепада между внутренним и внешним давлениями от координаты, отсчитываемой по вертикали от пола, высоты расположения ПРД и среднеобъемной плотности газовой среды в помещении. Формулы для расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема.

Зависимости массовых расходов уходящих газов и поступающего воздуха для вертикального прямоугольного проема при различных режимах газообмена от геометрических характеристик этого проема и среднеобъемных параметров состояния газовой среды в помещении (плотности и давления). Влияние вязкости газов на их движение в проеме. Коэффициент расхода (сопротивления) проема. Газообмен через круглые вертикальные проемы. Газообмен через горизонтальные проемы. Влияние ветра на газообмен помещения с окружающей атмосферой. Распределение гидростатических давлений по вертикали снаружи здания на наветренной и подветренной его сторонах. Формулы для расчета массовых расходов газа через прямоугольный проем с учетом влияния ветра. Влияние неоднородности температурного поля в помещении на распределение гидростатических давлений внутри помещения и на газообмен через проемы.

Радиационно-конвективный процесс теплопереноса в газообразной среде при пожаре в помещении. Теплоотдача горизонтальных стержневых конструкций, омываемых пламенем. Тепловое взаимодействие перекрытий с восходящим потоком газов от очага горения. Теплоотдача вертикальных поверхностей ограждений помещения при различных стадиях пожара. Процессы нагревания строительных конструкций при пожаре и математическое описание

этих процессов. Сопряженная математическая постановка задачи о нагревании строительных конструкций при пожаре. Эмпирические формулы для расчета средних коэффициентов теплоотдачи на вертикальных и горизонтальных поверхностях ограждений. Эмпирические формулы для расчета интегрального теплового потока в ограждениях. Лучистый тепловой поток через проемы.

Общие сведения о процессах горения. Горючие вещества и их характеристики. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ. Гомогенное и гетерогенное горение. Классификация видов горения в зависимости от скорости распространения пламени по горючей смеси – дефляграционное, взрывное и

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

детонационное горение. Турбулентное диффузионное горение газовых струй, жидких и твердых материалов. Пламя и его характеристики. Скорость выгорания горючих материалов. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения.

Горючая нагрузка в помещении и ее характеристики. Линейная скорость распространения пламени по поверхности горючей нагрузки. Расчет площади пожара при различных видах пожарной нагрузки. Удельная массовая скорость выгорания твердых и жидких горючих материалов. Тепловая мощность очага пожара в помещении. Влияние газообмена на процесс горения материалов в помещении. Режимы пожаров в помещении в зависимости от количества поступающего через проем воздуха. Зависимость мощности тепловыделения при пожаре от концентрации кислорода в помещении. Влияние процессов образования слоя золы и угля на массовую скорость выгорания пожарной нагрузки. Скорости потребления кислорода, образования токсичных продуктов горения и дымовыделения.

#### **Тема 4. Математическая постановка задачи о динамике ОФП в начальной стадии пожара**

Понятие о начальной стадии пожара с позиции задачи о безопасности эвакуации людей. Особенность газообмена помещения с окружающей атмосферой в начальной стадии пожара. Система дифференциальных уравнений интегральной модели пожара с учетом этой особенности газообмена. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплопоглощение ограждениями. Преобразование системы дифференциальных уравнений пожара с учетом понятия о среднем коэффициенте теплопотерь. Аналитическое решение задачи о динамике опасных факторов пожара при круговом и линейном распространении пламени по поверхности твердой горючей нагрузки, а также при горении жидкостей. Формулы для расчета среднего значения коэффициента теплопотерь при определении критических среднеобъемных значений температуры, концентраций токсических газов, дефицита кислорода и оптической плотности дыма. Взаимосвязь между критическими среднеобъемными значениями опасных факторов пожара с предельно допустимыми их значениями в зоне пребывания людей. Формулы для расчета критической продолжительности пожара по условию достижения каждым опасным фактором своего предельно допустимого значения в рабочей зоне.

Влияние размеров проемов на динамику опасных факторов пожара. Критерий проемности. Зависимость критической продолжительности пожара от критерия проемности.

Обобщенные дифференциальные уравнения пожара. Подобие и моделирование начальной стадии пожара.

#### **Тема 5. Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода**

Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения. Дополнительное уравнение баланса. Влияние концентрации огнетушащего вещества на скорость выгорания. Модификация алгоритма численного решения задачи.

Модификация базовой математической модели для учета тушения распыленной водой. Дополнительная система уравнений и начальных условий для описания испарения капель, охлаждения конструкций и скорости выгорания материала. Алгоритм численной реализации модели.

#### **Раздел 2. Зонная математическая модель пожара в помещении**

##### **Тема 6. Основные положения зонного моделирования пожаров**

Область практического применения зонных моделей пожаров. Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

начальной стадии пожара и при локальных пожарах. Разделение пространства внутри пожара на зоны. Характерные зоны в начальной стадии пожара – пламенная зона, конвективная колонка над очагом горения, припотолочный слой нагретых газов и зона холодного воздуха. Условные границы между зонами и среднеобъемные параметры среды в этих зонах. Взаимодействие между зонами и изменение их размеров с течением времени. Интегральный метод описания изменения состояния среды в каждой зоне.

Определение потоков массы и энергии из конвективной колонки в при-потолочный слой на основе теории свободной турбулентной конвективной струи. Модификация теории свободной конвективной струи от точечного источника для очагов горения конечных размеров. Теплообмен припотолочной зоны с ограждениями. Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплообмен припотолочной зоны с ограждениями. Скорость поступления токсичных газов и оптического количества дыма в припотолочный слой. Газообмен припотолочного слоя с внешней атмосферой через проемы. Работа расширения припотолочной зоны.

Дифференциальные уравнения материального баланса газовой среды и ее компонентов, баланса оптического количества дыма и энергии для припотолочной зоны при отсутствии газообмена с внешней атмосферой. Дифференциальные уравнения движения нижней границы припотолочной зоны. Начальные условия.

Математическая постановка задачи о динамике опасных факторов пожара в припотолочной зоне и ее аналитическое решение при постоянных значениях размеров и тепловой мощности очага горения.

#### **Тема 7. Численная реализация зонной математической модели**

Математическая постановка задачи при газообмене припотолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара. Сложность численной реализации полной зонной математической модели. Алгоритм численного решения задачи на ПЭВМ. Структура программы и ее за-пуск. Действия при возникновении ошибок.

### **Раздел 3. Дифференциальная (полевая) математическая модель пожара в помещении**

#### **Тема 8. Основы дифференциального метода прогнозирования ОФП**

Сущность метода, его информативность и область практического использования. Современное состояние вопроса.

Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентного нестационарного движения и процессов тепло- и массопереноса в многокомпонентной газовой смеси с учетом химических реакций и образования дымового аэрозоля. Турбулентная вязкость, теплопроводность и диффузия. Алгебраическая модель турбулентности. К-модель турбулентности. Граничные условия для параметров турбулентности на ограждениях. Моделирование процессов горения. Одноступенчатая необратимая брутто-реакция между горючим и окислителем. Двухступенчатая реакция и образование сажи. Математическая модель образования, коагуляции и переноса дымового аэрозоля. Поглощение, рассеивание и ослабление света в аэрозоле. Радиационный теплоперенос в непрозрачной среде. Уравнение переноса теплового излучения, методы решения задачи о переносе теплового излучения – потоковый, диффузионный, дискретный и статистический (Мон-те-Карло). Граничные и начальные условия на ограждающих поверхностях и на поверхности горючего. Условия в сечениях проемов и в прилегающей к ним внешней области пространства. Классификация дифференциальных моделей пожара.

#### **Тема 9. Численная реализация дифференциальной математической модели**

Конечно-разностная аппроксимация определяющих дифференциальных уравнений. Расчетные сетки для скалярных величин и проекций скорости. Аппроксимация по

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

времени. Расчет поля давлений. Структура алгоритма решения. Тестирование и апробация математической модели и ее численной реализации. Описание программы численной реализации модели и ее запуск. Задание исходных данных. Анализ результатов расчета.

## 6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Тема 1.** Опасные факторы пожара. Физические величины, характеризующие ОФП в количественном отношении; предельно допустимые значения ОФП. Методы математического моделирования динамики ОФП, их особенности и области практического использования. (Форма проведения - Семинарское занятие)

**Тема 2.** Свойства газообразной среды в помещении при пожаре. Локальное равновесие и взаимосвязь между локальными термодинамическими параметрами состояния газовой среды. Среднеобъемная внутренняя энергия и среднеобъемное давление газовой среды в помещении. Среднемассовая и среднеобъемная температуры среды в помещении. (Форма проведения - Практическое занятие)

**Темы докладов:**

- Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении.
- Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами. Коагуляция и седиментация частиц дыма.

**Тема 3.** Радиационно-конвективный процесс теплопереноса в газообразной среде при пожаре в помещении. Теплоотдача горизонтальных стержневых конструкций, омываемых пламенем. Методика определения среднеобъемного давления, среднемассовой и среднеобъемной температур на основе инструментальных измерений. Интегральное уравнение состояния газовой среды в помещении. (Форма проведения - Семинарское занятие)

**Тема 4.** Особенность газообмена помещения с окружающей атмосферой в начальной стадии пожара. Система дифференциальных уравнений интегральной модели пожара с учетом этой особенности газообмена. Дымообразование и параметры дыма, образованного твердыми частицами. Коагуляция и седиментация частиц дыма. Оптическое количество дыма и среднеобъемная оптическая плотность дыма. Связь между оптической плотностью дыма и дальностью видимости. (Форма проведения - Практическое занятие)

**Тема 5.** Модификация базовой математической модели для учета влияния объемного газового тушения. Дополнительное уравнение баланса. Влияние концентрации огнетушащего вещества на скорость выгорания. Вывод уравнений баланса оптического количества дыма и энергии. Начальные условия и условия однозначности. Классификация интегральных математических моделей пожара. Математическая постановка задачи о прогнозировании ОФП на основе полной системы дифференциальных уравнений интегральной модели пожара. (Форма проведения - Семинарское занятие)

**Темы докладов:**

- Горючие вещества и их характеристики. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ.
- Скорость выгорания горючих материалов. Скорость тепловыделения в пламенной зоне. Коэффициент полноты горения.

**Тема 6.** Особенности распределения локальных параметров состояния газовой среды внутри помещения в начальной стадии пожара и при локальных пожарах. Разделение пространства внутри пожара на зоны. Возможные режимы газообмена помещения через проем. Формулы для расчета скорости движения уходящих газов и поступающего воздуха в разных точках проема (Форма проведения - Практическое занятие)

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**Тема 7.** Математическая постановка задачи при газообмене припотолочного слоя с внешней средой и изменяющимся со временем очагом пожара. Влияние неоднородности температурного поля в помещении на распределение гидростатических давлений внутри помещения и на газообмен через проемы. Радиационно-конвективный процесс теплопереноса в газообразной среде при пожаре в помещении. (Форма проведения - Семинарское занятие)

**Тема 8.** Базовая система дифференциальных уравнений в частных производных для описания турбулентного нестационарного движения и процессов тепло- и массопереноса в многокомпонентной газовой смеси с учетом химических реакций и образования дымового аэрозоля. Процессы нагревания строительных конструкций при пожаре и математическое описание этих процессов. Эмпирические формулы для расчета средних коэффициентов теплоотдачи на вертикальных и горизонтальных поверхностях ограждений. (Форма проведения - Практическое занятие)

**Темы докладов:**

- Особенность газообмена помещения с окружающей атмосферой в начальной стадии пожара. Система дифференциальных уравнений интегральной модели пожара с учетом этой особенности газообмена.
- Среднее значение коэффициента теплопотерь, характеризующего теплопоглощение ограждениями.

**Тема 9.** Расчетные сетки для скалярных величин и проекций скорости. Аппроксимация по времени. Расчет поля давлений. Структура алгоритма решения. Тестирование и апробация математической модели и ее численной реализации. Эмпирические формулы для расчета интегрального теплового потока в ограждениях. Лучистый тепловой поток через проемы. Горючие вещества и их характеристики. Особенности горения твердых, жидких и газообразных веществ. (Форма проведения - Семинарское занятие)

## 7. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Данный вид работы не предусмотрен УП.

## 8. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Данный вид работы не предусмотрен УП.

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Перечислите основные опасные факторы пожара.
2. Назовите в каких случаях необходимо прогнозирование опасных факторов пожара.
3. Опасный фактор - пламя.
4. Назовите основные методы прогнозирования опасных факторов пожара.
5. Опасный фактор - повышенная температура среды.
6. Перечислите виды математической модели пожара в помещении.
7. Опасный фактор - токсичные продукты горения.
8. Интегральная модель пожара.
9. Опасный фактор пожара - дым.
10. Зонная модель.
11. Опасный фактор - пониженная концентрация кислорода в помещении.
12. Назовите основные воздействия опасных фактора пожара на элементы конструкций и оборудование.
13. Назовите современные научные методы прогнозирования опасных факторов пожара.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

14. Дифференциальная модель.
15. Перечислите основные понятия интегрального метода термодинамического анализа пожара.
16. Дифференциальные уравнения пожара.
17. Назовите основные задачи расчета динамики опасных факторов пожара.
18. Перечислите основные преимущества зонной модели.
19. Перечислите основные недостатки зонной модели.
20. Назовите основные преимущества дифференциальной модели.
21. Расскажите основную структуру интегральной модели.
22. Расскажите основную структуру зонной модели.
23. Расскажите основную структуру дифференциальной модели.
24. Перечислите критические значения опасных факторов пожара.
25. Назовите основные задачи расчета динамики опасных факторов пожара и их место при решении практических задач пожарной безопасности.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения очно-заочная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы ( <i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i> )	Объем в часах	Форма контроля ( <i>проверка решения задач, реферата и др.</i> )
Тема 1. Исходные понятия и общие сведения о методах прогнозирования ОФП в помещениях.	Проработка учебного материала для собеседования	6	Собеседование Экзамен
Тема 2. Основные понятия и уравнения интегральной математической модели пожара в помещении.	Проработка учебного материала для собеседования Подготовка к докладу	6	Собеседование Доклад Экзамен
Тема 3. Газообмен помещений и теплофизические функции, необходимые для замкнутого описания пожара.	Проработка учебного материала для собеседования	6	Собеседование Тестирование Экзамен
Тема 4. Математическая постановка задачи о динамике ОФП в	Проработка учебного материала для собеседования Подготовка к докладу	6	Собеседование Экзамен

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

начальной стадии пожара.			
Тема 5. Прогнозирование ОФП при тушении пожара с использованием интегрального метода.	Проработка учебного материала для собеседования	6	Собеседование Доклад Экзамен
Тема 6. Основные положения зонного моделирования пожаров.	Подготовка к докладу	6	Собеседование Тестирование Экзамен
Тема 7. Численная реализация зонной математической модели.	Проработка учебного материала для собеседования	6	Собеседование Экзамен
Тема 8. Основы дифференциального метода прогнозирования ОФП.	Проработка учебного материала для собеседования Подготовка к докладу	6	Собеседование Доклад Экзамен
Тема 9. Численная реализация дифференциальной математической модели.	Проработка учебного материала для собеседования Подготовка к сдаче экзамена	6	Собеседование Тестирование Экзамен

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:

Прогнозирование последствий опасных факторов пожара : учебное пособие / составители С. А. Сазонова [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 94 с. — ISBN 978-5-89040-620-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72934.html>

#### дополнительная:

Беляков, Г. И. Пожарная безопасность : учебное пособие для вузов / Г. И. Беляков. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 143 с. — (Специалист). — ISBN 978-5-534-09831-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433756>

#### учебно-методическая литература:

Варнакова Е. А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» всех форм обучения / Е. А. Варнакова; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5937>



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик

*Е. Варшав*

подпись

*доцент кафедры ТБ*

должность

*Е.А. Варшавова*

ФИО

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения	ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/выпускающей кафедрой	Подпись	Дата
1	Внесение изменений в п.п. а) Список рекомендуемой литературы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»	Варнаков В.В.		17.06.20г.
2	Внесение изменений в п.п. в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»	Варнаков В.В.		17.06.20г.
3	Внесение изменений в п.13 «Специальные условия для обучающихся с ограниченными возможностями»	Варнаков В.В.		17.06.20г.
4	Внесение изменений в п.п. а) список рекомендуемой литературы в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» с оформлением приложения 1	Варнаков В.В.		30.08.2022

### Приложение 1

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:

1. Оценка риска чрезвычайных ситуаций и пожаров : учебное пособие / В. Ю. Радоуцкий, В. Н. Шульженко, М. Н. Степанова, М. В. Литвин ; под редакцией В. Ю. Радоуцкого. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177609>
2. Прогнозирование опасных факторов пожара : учебное пособие / составители Д. А. Бесперстов, Е. А. Попова. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 116 с. — ISBN 978-5-8353-2368-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125457>
3. Прогнозирование опасных факторов пожара: определение расчетных величин пожарного риска общественных зданий и сооружений : учебное пособие / Ю. И. Иванов, Д. А. Бесперстов, А. С. Мамонтов, Е. И. Стабровская. — Кемерово : КемГУ, 2013. — 122 с. — ISBN 978-5-89289-734-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45636>

#### дополнительная:

1. Беляков, Г. И. Пожарная безопасность : учебное пособие для вузов / Г. И. Беляков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 143 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09831-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451135>
2. Горев, В. А. Теплофизика. Прогнозирование опасных факторов пожара : учебно-методическое пособие / В. А. Горев, Е. Ю. Челекова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2020. — 57 с. — ISBN 978-5-7264-2140-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145068>
3. Иванов, Ю. И. Пожарная безопасность технологических процессов. Оценка пожарных рисков на опасных производственных объектах : учебное пособие / Ю. И. Иванов, Т. А. Туманова, Д. А. Бесперстов. — Кемерово : КемГУ, 2017. — 144 с. — ISBN 979-5-89289-104-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103918>
4. Радоуцкий, В. Ю. Моделирование и прогнозирование чрезвычайных ситуаций : монография / В. Ю. Радоуцкий, М. В. Литвин, М. А. Латкин ; под редакцией В. Ю. Радоуцкого. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2019. — 198 с. — ISBN 978-5-361-00658-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177596>
5. Теория горения и взрыва : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин [и др.] ; под редакцией П. П. Кукина, В. В. Юшина, С. Г. Емельянова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 346 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04532-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/488855>

#### учебно-методическая:

1. Варнакова Е. А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Прогнозирование опасных факторов пожара» для направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» всех форм обучения / Е. А. Варнакова; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5937>

Согласовано:

\_\_\_\_ Ведуший специалист ООП / Чамеева А.Ф. / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(Должность работника научной библиотеки) (ФИО) (подпись) (дата)

1. Электронно-библиотечные системы: а. IPRbooks[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ группа компаний Ай Пи Эр Медиа. - Электрон. дан. - Саратов, [2022]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>. б. ЮРАЙТ[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>. с. Консультант студента [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>. d. Лань[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2022]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. e. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система/ ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <http://znanium.com>. 2.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

КонсультантПлюс[Электронный ресурс]: справочная правовая система/ Компания «Консультант Плюс». - Электрон. дан. - Москва: КонсультантПлюс, [2022]. 3. База данных периодических изданий [Электронный ресурс]: электронные журналы/ ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. 4. Национальная электронная библиотека [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>. 5. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс]: электронная библиотека/ ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2022]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>. 6. Федеральные информационно-образовательные порталы: а. Информационная система Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: <http://window.edu.ru>. б. Федеральный портал Российское образование. Режим доступа: <http://www.edu.ru>. 7. Образовательные ресурсы УлГУ: а. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. б. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа: <http://edu.ulsu.ru>. 8. Профессиональные информационные ресурсы: 8.1. [Электронный ресурс]. URL: <http://fasie.ru> – сайт Фонда содействия развитию 8.2. [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/councils/by-council/6/53313>. 8.3. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.grandars.ru/student/marketing/novyuy-produkt.html> 8.4. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/risk/ourinsights/mckinsey-on-risk>. - McKinsey on Risk. Issue 1, 2016. 8.5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pattern-cr.ru/>. 8.6. [Электронный ресурс]. URL: <https://fpi.gov.ru> – официальный сайт фонда содействия перспективных исследований 8.7.[Электронный ресурс]. URL: <https://habrahabr.ru/company/friifond/blog/293444/>. – ФРИИ Фонд «Идеальная презентация для стартапа». 8.8. [Электронный ресурс]. URL: <https://rusability.ru/internet-marketing/43-luchshih-sayta-dlyamarketologov/>. 8.9. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rvc.ru> – официальный сайт фонда Российской венчурной компании 8.7. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rvc.ru/eco/> - сайт о национальной технологической инициативе и технологическом развитии 8.8.[Электронный ресурс]. URL: [https://www.ted.com/talks/charles\\_leadbeater\\_on\\_innovation?language=ru](https://www.ted.com/talks/charles_leadbeater_on_innovation?language=ru). Чарльз Лидбитер об инновациях. 8.9. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/channel/UCp0z-UFvKUBfKtVNB1gyX7A>. Подборка видео с международного форума «Открытые инновации». Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет Форма Ф - Рабочая программа дисциплины 8.10. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=M9JHYTqcZng>. - Джобс. Империя соблазна / Фильм / HD 8.11. Блог про инновации. Режим доступа: <http://helpinn.ru/luchshiy-film-pro-innovatsii>. 8.12. Все о лицензиях. Режим доступа: <https://prava.expert/litsenzii/chto-eto-takoe.html>

Согласовано:

*Заш нав чинт*  
Должность сотрудника УИТиТ

*Ключков М.А.*  
ФИО

*Т.В.И.*  
подпись

дата