МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория горения и взрыва

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **20.03.01 Техносферная безопасность**
Направленность (профиль): **Техносферная безопасность**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	22	4	26	часов
2	Практические занятия	18	14	32	часов
3	Лабораторные занятия	32		32	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	18	90	часов
5	Самостоятельная работа	72	18	90	часов
6	Всего (без экзамена)	144	36	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
8	Общая трудоемкость	180	36	216	часов
		5.0	1.0	6.0	З.Е

Экзамен: 4 семестр
Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6051

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 46 от «29» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного 2016-03-21 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент, к.ф-м.н. каф. РЭТЭМ _____ Захаров В. М.

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ _____ Озеркин Д. В.

Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ _____ Туев В. И.

Эксперты:

Доцент, к.б.н. РЭТЭМ _____ Несмелова Н. Н.

Доцент, к.т.н РЭТЭМ _____ Чикин Е. В.

Согласована на портале № 6051

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение теоретических основ процессов горения и взрыва с анализом видов воздействий их на окружающую среду, с качественными и количественными характеристиками этих воздействий

1.2. Задачи дисциплины

– формирование у студентов качественных знаний о закономерностях протекания процессов горения и взрыва, сопровождающих бытовую и техногенную деятельность человека;

– получение навыков организации уменьшения последствий воздействия горения и взрыва на человека и окружающую среду

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория горения и взрыва» (Б1.Б.8) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теплофизика, Физика, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Промышленная безопасность, Техногенные и природные ЧС.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-20 способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные;

– ПК-22 способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** характеристики процессов горения и взрыва, закономерности распространения их в различных средах; глобальные и региональные экологические проблемы, связанные с пожарами и применением взрывчатых веществ и ядерных боеприпасов

– **уметь** применять полученные знания в практической деятельности для разработки способов снижения воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду

– **владеть** инженерными методами расчёта воздействия процессов горения и взрыва на различные объекты

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	90	72	18
Лекции	26	22	4
Практические занятия	32	18	14
Лабораторные занятия	32	32	
Самостоятельная работа (всего)	90	72	18
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	32	
Проработка лекционного материала	13	9	4
Подготовка к практическим занятиям,	45	31	14

Согласована на портале № 6051

семинарам			
Всего (без экзамена)	180	144	36
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость час	216	180	36
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	5.0	1.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Общие сведения о процессах горения и взрыва	2	2	0	4	8	ПК-20, ПК-22
2	Воспламенение	4	2	0	5	11	ПК-20, ПК-22
3	Распространение пламени в газовых смесях	2	2	0	5	9	ПК-20, ПК-22
4	Материальный баланс процессов горения. Тепловой баланс горения	2	3	4	9	18	ПК-20, ПК-22
5	Взрывчатые вещества	4	2	0	5	11	ПК-20, ПК-22
6	Воздействие взрыва на окружающую среду. Взрывы газовых смесей	4	3	16	22	45	ПК-20, ПК-22
7	Горение и взрыв пылевых смесей	2	2	0	5	9	ПК-20, ПК-22
8	Фугасные эффекты взрывов	2	2	12	17	33	ПК-20, ПК-22
9	Ядерные взрывы	4	14	0	18	36	ПК-20, ПК-22
	Итого	26	32	32	90	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 6051

4 семестр			
1 Общие сведения о процессах горения и взрыва	Горение и взрыв – область науки и техники. История развития знаний о горении. Основные области применения горения. Горение и окисление. Основные понятия физики горения и взрыва: полное и неполное горение, механизмы распространения пламени, виды горения, дефлаграция и детонация. Взрыв – предельный случай горения. Продукты горения, стехиометрические смеси.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
2 Воспламенение	Виды воспламенения. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, простые и сложные реакции, порядок реакции и энергия активации, закон Аррениуса. Теория окисления горючих веществ, цепные реакции. Теория самовоспламенения, диаграмма Семёнова. Температура самовоспламенения, методы её определения. Область самовоспламенения. Период индукции. Температура самовоспламенения газов и жидкостей, твёрдых тел. Самовозгорание, классификация самовозгорающихся веществ. Математическая теория теплового взрыва: адиабатический тепловой взрыв, тепловой взрыв в неадиабатических условиях, режимы работы теплового реактора.	4	ПК-20, ПК-22
	Итого	4	
3 Распространение пламени в газовых смесях	Скорость распространения пламени: массовая и нормальная скорости. Методы измерения нормальной скорости распространения пламени. Физика процесса распространения пламени. Влияние диаметра трубки на скорость распространения пламени. Детонация в газовых смесях, образование ударной волны.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
4 Материальный баланс процессов горения. Тепловой баланс горения	Методы расчёта материального баланса при горении топлив в среде воздуха, состав атмосферного воздуха. Уравнение горения. Расчёт количества воздуха, необходимого для горения. Расчёт количества и состава продуктов горения. Тепловой баланс горения: теплота	2	ПК-20, ПК-22

Согласована на портале № 6051

	горения, теплотворная способность топлива. Формула Менделеева. Теоретическая температура горения, её расчёт.		
	Итого	2	
5 Взрывчатые вещества	Классификация взрывов: природные и техногенные взрывы, физические и химические взрывы. Причины и факторы взрывы. Формы взрывчатого превращения в зависимости от скорости его протекания. Характеристики взрывчатых веществ, чувствительность, физическая и химическая стойкости взрывчатых веществ. Классификация взрывчатых веществ. Инициирующие взрывчатые вещества. Бризантные взрывчатые вещества. Пороха. Пиротехнические составы. Обращение с взрывчатыми веществами.	4	ПК-20, ПК-22
	Итого	4	
6 Воздействие взрыва на окружающую среду. Взрывы газовых смесей	Бризантное и фугасное действия. Оценка фугасности взрывчатого вещества: расчётные методы оценки фугасности, экспериментальные методы оценки фугасности. Эмпирическая оценка фугасности. Тротиловый эквивалент. Оценка бризантности взрывчатого вещества: теоретическая оценка бризантности, экспериментальное определение бризантности. Расчёт характеристик взрыва. Взрывы газовых смесей, режимы горения газовых смесей. Концентрационные пределы взрыва, экспериментальное определение концентрационных пределов, расчётное определение концентрационных пределов взрыва. Расчёт температуры и давления взрыва.	4	ПК-20, ПК-22
	Итого	4	
7 Горение и взрыв пылевых смесей	Аэрозоли и аэрогели. Химическая активность пыли. Температура самовоспламенения пыли. Распространение горения в пылевых смесях. Пределы взрыва. Давление при взрыве пыли, классы взрываемости пыли. Факторы, влияющие на взрыв пыли.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	

Согласована на портале № 6051

8 Фугасные эффекты взрывов	Взаимодействие взрывных волн с преградами. Динамический отклик мишеней на взрывные нагрузки. Диаграммы поражения. Критические уровни избыточного давления. Метод диаграмм «давление - импульс». Вторичные явления. Воздействие ударной волны на человека. Экспертные оценки фугасного поражения. Способы снижения взрывных нагрузок. Защита человека от взрывных нагрузок.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
Итого за семестр		22	
5 семестр			
9 Ядерные взрывы	Создание и развитие ядерного оружия. Ядерное оружие – оружие массового поражения. Виды ядерных зарядов: атомные заряды, термоядерные заряды, нейтронные заряды. Мощность ядерных боеприпасов, их калибры. Поражающие факторы ядерного взрыва, распределение энергии между поражающими факторами: ударная волна, световое излучение, радиоактивное заражение, проникающая радиация, электромагнитный импульс.Виды ядерных взрывов. Устройство и принцип действия ядерного оружия. Строение атомной бомбы. Устройство термоядерной бомбы (схема Теллера-Улама). Нейтронная бомба. Ядерное оружие и техногенные риски: аварии на АЭС, «падение» бомб с самолётов, «военные игры». Опасность ядерных конфликтов.	4	ПК-20, ПК-22
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		26	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины										

Согласована на портале № 6051

1	Теплофизика		+	+	+	+		+		
2	Физика	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Химия		+	+	+	+	+	+		
Последующие дисциплины										
1	Промышленная безопасность		+	+		+	+	+	+	
2	Техногенные и природные ЧС		+	+		+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ПК-20	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Реферат
ПК-22	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
4 Материальный баланс процессов горения. Тепловой баланс горения	«Материальный баланс процессов горения»: определить объёмы воздуха и продуктов горения при нормальных условиях при пожаре на складе горючего.	4	ПК-20, ПК-22

Согласована на портале № 6051

	Итого	4	
6 Воздействие взрыва на окружающую среду. Взрывы газовых смесей	«Расчёт поражающего действия взрыва»: определить поражающее действие (зону разрушения и степень разрушения здания) при взрыве на поверхности П заряда ВВ массой М на расстоянии R от здания.	6	ПК-20, ПК-22
	«Оценка фугасности взрывчатого вещества»: определить фугасность ВВ методами свинцовой бомбы и эквивалентных зарядов.	4	
	«Оценка фугасности взрывчатого вещества»: определить фугасность ВВ методами баллистического маятника, баллистической мортиры и по воронке выброса.	6	
	Итого	16	
8 Фугасные эффекты взрывов	«Осколочное действие взрыва»: рассчитать скорости осколков при взрыве цилиндрического сосуда высокого давления; рассчитать условия сквозного поражения осколком металлической мишени.	6	ПК-20, ПК-22
	«Оценка защитных свойств металлических экранов»: рассчитать скорость удара поражающего элемента по преграде и вес запреградных осколков при условии её пробития.	6	
	Итого	12	
Итого за семестр		32	
Итого		32	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Общие сведения о процессах горения и взрыва	Основные понятия физики горения и взрыва: полное и неполное горение, механизмы распространения пламени, виды горения, дефлаграция и детонация.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
2 Воспламенение	Теория окисления горючих веществ,	2	ПК-20,

Согласована на портале № 6051

	цепные реакции. Теория самовоспламенения, диаграмма Семёнова. Температура самовоспламенения, методы её определения. Область самовоспламенения. Период индукции. Температура самовоспламенения газов и жидкостей, твёрдых тел. Самовозгорание, классификация самовозгорающихся веществ.		ПК-22
	Итого	2	
3 Распространение пламени в газовых смесях	Физика процесса распространения пламени. Влияние диаметра трубки на скорость распространения пламени. Детонация в газовых смесях, образование ударной волны.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
4 Материальный баланс процессов горения. Тепловой баланс горения	Методы расчёта материального баланса при горении топлив в среде воздуха, состав атмосферного воздуха. Уравнение горения. Расчёт количества воздуха, необходимого для горения. Расчёт количества и состава продуктов горения.	3	ПК-20, ПК-22
	Итого	3	
5 Взрывчатые вещества	Причины и факторы взрывы. Формы взрывчатого превращения в зависимости от скорости его протекания. Характеристики взрывчатых веществ, чувствительность, физическая и химическая стойкости взрывчатых веществ.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
6 Воздействие взрыва на окружающую среду. Взрывы газовых смесей	Расчёт характеристик взрыва. Взрывы газовых смесей, режимы горения газовых смесей. Концентрационные пределы взрыва, экспериментальное определение концентрационных пределов, расчётное определение концентрационных пределов взрыва. Расчёт температуры и давления взрыва.	3	ПК-20, ПК-22
	Итого	3	
7 Горение и взрыв пылевых смесей	Аэрозоли и аэрогели. Химическая активность пыли. Температура самовоспламенения пыли. Распространение горения в пылевых смесях. Пределы взрыва. Давление при взрыве пыли, классы взрываемости	2	ПК-20, ПК-22

Согласована на портале № 6051

	пыли. Факторы, влияющие на взрыв пыли.		
	Итого	2	
8 Фугасные эффекты взрывов	Воздействие ударной волны на человека. Экспертные оценки фугасного поражения. Способы снижения взрывных нагрузок. Защита человека от взрывных нагрузок.	2	ПК-20, ПК-22
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
5 семестр			
9 Ядерные взрывы	Виды ядерных зарядов: атомные заряды, термоядерные заряды, нейтронные заряды. Мощность ядерных боеприпасов, их калибры. Поражающие факторы ядерного взрыва, распределение энергии между поражающими факторами: ударная волна, световое излучение, радиоактивное заражение, проникающая радиация, электромагнитный импульс.Виды ядерных взрывов. Устройство и принцип действия ядерного оружия. Строение атомной бомбы. Устройство термоядерной бомбы (схема Теллера-Улама). Нейтронная бомба.	14	ПК-20, ПК-22
	Итого	14	
Итого за семестр		14	
Итого		32	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Общие сведения о процессах горения и взрыва	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-20, ПК-22	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
2 Воспламенение	Подготовка к	4	ПК-20,	Контрольная работа,

Согласована на портале № 6051

	практическим занятиям, семинарам		ПК-22	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
3 Распространение пламени в газовых смесях	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-20, ПК-22	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
4 Материальный баланс процессов горения. Тепловой баланс горения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-20, ПК-22	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
5 Взрывчатые вещества	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-20, ПК-22	Опрос на занятиях, Реферат
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
6 Воздействие взрыва на окружающую среду. Взрывы газовых смесей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-20, ПК-22	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	22		
7 Горение и взрыв пылевых смесей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-20, ПК-22	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
8 Фугасные эффекты взрывов	Подготовка к практическим занятиям,	4	ПК-20, ПК-22	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной

Согласована на портале № 6051

	семинарам			работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	17		
Итого за семестр		72		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
5 семестр				
9 Ядерные взрывы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	14	ПК-20, ПК-22	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	18		
Итого за семестр		18		
Итого		126		

9.1. Тематика практики

1. Ядерное оружие и техногенные риски: аварии на АЭС, «падение» бомб с самолётов, «военные игры». Опасность ядерных конфликтов.
2. Взаимодействие взрывных волн с преградами. Динамический отклик мишеней на взрывные нагрузки. Диаграммы поражения. Критические уровни избыточного давления. Метод диаграмм «давление - импульс».
3. Бризантные взрывчатые вещества. Пороха. Пиротехнические составы. Обращение с взрывчатыми веществами.
4. Физика процесса распространения пламени. Влияние диаметра трубки на скорость распространения пламени. Детонация в газовых смесях, образование ударной волны.
5. Рассчитать максимальное давление взрыва при дефлаграционном сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси
6. Распространение горения в пылевых смесях. Пределы взрыва. Давление при взрыве пыли, классы взрываемости пыли.
7. Рассчитать количество воздуха, необходимого для горения; рассчитать количество и состав продуктов горения
8. Математическая теория теплового взрыва: адиабатический тепловой взрыв, тепловой взрыв в неадиабатических условиях, режимы работы теплового реактора.
9. Взрыв – предельный случай горения. Продукты горения, стехиометрические смеси.

9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

10. Классификация взрывов: природные и техногенные взрывы, физические и химические взрывы. Причины и факторы взрывы. Формы взрывчатого превращения в зависимости от скорости его протекания.
11. История развития знаний о горении. Основные области применения горения.
12. Методы измерения нормальной скорости распространения пламени.
13. Химическая активность пыли. Температура самовоспламенения пыли.
14. Способы снижения взрывных нагрузок. Защита человека от взрывных нагрузок.
15. Виды воспламенения. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, простые и сложные реакции, порядок реакции и энергия активации, закон Аррениуса. Теория

Согласована на портале № 6051

окисления горючих веществ, цепные реакции.

16. Тепловой баланс горения: теплота горения, теплотворная способность топлива. Формула Менделеева. Теоретическая температура горения, её расчёт.

17. Концентрационные пределы взрыва, экспериментальное определение концентрационных пределов, расчётное определение концентрационных пределов взрыва.

18. Виды ядерных зарядов: атомные заряды, термоядерные заряды, нейтронные заряды. Мощность ядерных боеприпасов, их калибры.

9.3. Темы лабораторных работ

19. Оценка фугасности взрывчатого вещества
20. Материальный баланс процессов горения
21. Оценка защитных свойств металлических экранов
22. Оценка фугасности взрывчатого вещества
23. Осколочное действие взрыва
24. Расчёт поражающего действия взрыва

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Расчетная работа	5	5	5	15
Реферат	5		5	10
Итого максимум за период	25	20	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	45	70	100
5 семестр				
Контрольная работа	25	25	20	70
Опрос на занятиях	10	10	10	30
Итого максимум за период	35	35	30	100
Нарастающим итогом	35	70	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5

Согласована на портале № 6051

От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Теория горения и взрыва [Текст] : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, В. В. Юшин, С. Г. Емельянов ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет" (М.), Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского (МАТИ-РГТУ). - М. : Юрайт, 2012. - 436 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Экстремальные состояния вещества [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Фортов. - М. : Физматлит, 2010. - 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Управление безопасностью жизнедеятельности : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Семехин. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 218[6] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

2. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них [Текст] : учебник для вузов / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин ; ред. Л. А. Михайлов. - СПб. : Питер, 2008. - 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

3. Механическое действие ядерного взрыва : научное издание / В. Н. Архипов, В. А. Борисов, А. М. Будков и др. ; Министерство обороны Российской Федерации, Центральный физико-технический институт. - М. : Физматлит, 2003. - 381[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Основы физики горения и взрыва: Учебное пособие / Хорев И. Е., Козлов В. С. - 2012. 141 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1908, свободный.

2. Теория горения и взрыва: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Хорев И. Е. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2110, свободный.

3. Физико-химические процессы в техносфере: Методические указания к лабораторному практикуму / Екимова И. А. - 2012. 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2078, свободный.

Согласована на портале № 6051

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http:www.elibrary.ru;
2. база знаний Allbest;
3. knowledge.allbest.ru/life/c

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Оборудование для презентаций

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 6051

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теория горения и взрыва

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **20.03.01 Техносферная безопасность**
Направленность (профиль): **Техносферная безопасность**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- доцент, к.ф-м.н. каф. РЭТЭМ Захаров В. М.

Экзамен: 4 семестр
Зачет: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6051

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	Должен знать характеристики процессов горения и взрыва, закономерности распространения их в различных средах; глобальные и региональные экологические проблемы, связанные с пожарами и применением взрывчатых веществ и ядерных боеприпасов; Должен уметь применять полученные знания в практической деятельности для разработки способов снижения воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду; Должен владеть инженерными методами расчёта воздействия процессов горения и взрыва на различные объекты;
ПК-20	способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-22

ПК-22: способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач.

Согласована на портале № 6051

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	характеристики процессов горения и взрыва, закономерности распространения их в различных средах; глобальные и региональные экологические проблемы, связанные с пожарами и применением взрывчатых веществ и ядерных боеприпасов	применять полученные знания в практической деятельности для разработки способов снижения воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду	Студент должен владеть: инженерными методами расчёта воздействия процессов горения и взрыва на различные объекты
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании,

Согласована на портале № 6051

	области;	в области исследования;	приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

2.2 Компетенция ПК-20

ПК-20: способностью принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	характеристики процессов горения и взрыва, закономерности распространения их в различных средах; глобальные и региональные экологические проблемы, связанные с пожарами и применением взрывчатых веществ и ядерных боеприпасов	применять полученные знания в практической деятельности для разработки способов снижения воздействия процессов горения и взрыва на человека и окружающую среду	инженерными методами расчёта воздействия процессов горения и взрыва на различные объекты
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен; • Зачет;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен; • Зачет;	• Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Реферат; • Экзамен; • Зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Согласована на портале № 6051

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования;	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы рефератов

– 1. Работы академика Н.Н. Семёнова по горению и взрыву. 2. Пожаро- и взрывоопасные материалы и их классификация. 3. Лесные пожары: причины и меры защиты. 4. Пожары на газо- и нефтепроводах. 5. Пожары на нефтяных буровых платформах. 6. Пожары и взрывы в шахтных выработках. 7. Взрывы мучной пыли на элеваторах. 8. Взрывы на пороховых заводах. 9. Взрывы космического происхождения: Челябинский метеорит. 10. Взрывы космического происхождения: Тунгусский метеорит. 11. Взрывы на АЭС: причины и последствия. 12. Взрывы на транспортах, перевозящих ВВ. 13. Взрывы на газопроводах: катастрофа в Башкирии. 14. Взрыв газа и газовых баллонов в помещениях. 15. Использование ВВ в горных работах. 16. Использование ВВ в строительстве. 17. Сварка и плакирование взрывом. 18. Энергия взрыва в ломопереработке. 19. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). 20. Использование ВВ в твёрдотопливных ракетных двигателях. 21. Взрывостойкие контейнеры: конструкции и использование. 22. Воздействие ядерных боеприпасов на биосферу и человека.

3.2 Темы опросов на занятиях

– История развития знаний о горении. Основные области применения горения.

– Методы измерения нормальной скорости распространения пламени.

– Химическая активность пыли. Температура самовоспламенения пыли.

– Способы снижения взрывных нагрузок. Защита человека от взрывных нагрузок.

– Виды воспламенения. Основные понятия химической кинетики: скорость реакции, простые и сложные реакции, порядок реакции и энергия активации, закон Аррениуса. Теория окисления горючих веществ, цепные реакции.

– Тепловой баланс горения: теплота горения, теплотворная способность топлива. Формула Менделеева. Теоретическая температура горения, её расчёт.

– Классификация взрывов: природные и техногенные взрывы, физические и химические взрывы. Причины и факторы взрывы. Формы взрывчатого превращения в зависимости от скорости

Согласована на портале № 6051

его протекания.

– Концентрационные пределы взрыва, экспериментальное определение концентрационных пределов, расчётное определение концентрационных пределов взрыва.

– Виды ядерных зарядов: атомные заряды, термоядерные заряды, нейтронные заряды. Мощность ядерных боеприпасов, их калибры.

– Физика процесса распространения пламени. Влияние диаметра трубки на скорость распространения пламени. Детонация в газовых смесях, образование ударной волны.

– Взаимодействие взрывных волн с преградами. Динамический отклик мишеней на взрывные нагрузки. Диаграммы поражения. Критические уровни избыточного давления. Метод диаграмм «давление - импульс».

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Дайте определение явления «горение». 2. Дайте определение явления «взрыв». 3. В чём сходство и различие явлений горения и взрыва? 4. Основные области применения горения. 5. Внешние признаки процессов окисления и горения. 6. Какие основные компоненты участвуют в процессе горения веществ? 7. Условия, необходимые для возникновения горения. 8. При каких условиях получаются наибольшая и наименьшая скорости горения? 9. Какие важнейшие процессы происходят в процессе горения веществ? 10. Виды воспламенения веществ. Механизмы распространения пламени. 11. Как протекают химические реакции по отношению к теплу? 12. Какие различают виды горения в зависимости от агрегатного состояния горючих компонент? 13. На какие виды горение подразделяется по скорости распространения пламени? 14. Дайте характеристику полного и неполного горения. 15. Что такое стехиометрическая смесь? 16. Состав продуктов горения в зависимости от соотношения «окислитель – горючее». 17. Скорость химической реакции. 18. Виды химических реакций. 19. Порядок химической реакции. 20. Энергия активации, закон Аррениуса. 21. Теория окисления горючих веществ. 22. Теория цепных реакций. 23. Теория самовоспламенения. Диаграмма Н.Н. Семёнова. 24. Температура самовоспламенения, методы её определения. 25. Явление индукции, период индукции. 26. Самовозгорание. Вещества, самовозгорающиеся под воздействием воздуха. 27. Самовозгорание. Вещества, самовозгорающиеся при контакте с водой. 28. Самовозгорание. Вещества, самовозгорающиеся под воздействием сильных окислителей. 29. Теория адиабатического теплового взрыва. 30. Тепловой взрыв в неадиабатических условиях. Режимы работы теплового реактора. 31. Скорость распространения пламени в газовых смесях. 32. Методы измерения нормальной скорости распространения пламени в газовых смесях. 33. Физика процесса распространения пламени. Распространение пламени в трубках. 34. Детонация в газовых смесях, механизм образования ударной волны. 35. Материальный баланс процессов горения: порядок расчёта количества воздуха для горения, количества и состава продуктов горения. 36. Тепловой баланс горения: теплота горения и теплотворная способность топлива. Формула Менделеева. 37. Теоретическая температура горения, её расчёт. 38. Классификация взрывов. Причины, вызывающие взрыв. Основные факторы воздействия взрыва на окружающую среду. 39. Формы взрывчатого превращения в зависимости от его скорости. 40. Классификация взрывчатых веществ по характеру их действия, их характеристика. Обращение с взрывчатыми веществами. 41. Инициирующие взрывчатые вещества, их состав и сфера применения. 42. Бризантные взрывчатые вещества, их состав и сфера применения. 43. Пороха, их состав и сфера применения. 44. Пиротехнические составы, их состав и сфера применения. 45. Расчётный метод оценки фугасности ВВ. 46. Экспериментальные методы оценки фугасности ВВ, их характеристика. 47. Методы свинцовой бомбы и эквивалентных зарядов оценки фугасности ВВ. 48. Методы баллистического маятника и баллистической мортиры оценки фугасности ВВ. 49. Оценка фугасности по воронке выброса, эмпирическая оценка фугасности. 50. Теоретическая оценка бризантности ВВ. 51. Экспериментальное определение бризантности ВВ: проба Гесса (обжатие свинцовых столбиков) и проба Каста (обжатие медных крешеров). 52. Расчётное определение характеристик взрыва. 53. Взрывы газовых смесей, концентрационные пределы взрыва. 54. Экспериментальное определение концентрационных пределов взрыва. 55. Расчётное определение концентрационных пределов взрыва. 56. Расчёт температуры и давления взрыва. 57. Горение и взрыв пылевых смесей: химическая активность, температура самовоспламенения, скорость горения пыли. 58. Предел взрыва, параметр взрываемости пыли. 59. Факторы, влияющие на взрыв пыли. 60. Фугасные

Согласована на портале № 6051

эффекты взрыва: динамический отклик мишеней, диаграммы поражения «давление – импульс». 61. Фугасное поражение человека, защита от поражения специальным снаряжением. 62. Способы снижения взрывных нагрузок.

3.4 Темы контрольных работ

– Математическая теория теплового взрыва: адиабатический тепловой взрыв, тепловой взрыв в неадиабатических условиях, режимы работы теплового реактора.

– Взрыв – предельный случай горения. Продукты горения, стехиометрические смеси.

– Ядерное оружие и техногенные риски: аварии на АЭС, «падение» бомб с самолётов, «военные игры». Опасность ядерных конфликтов.

– Распространение горения в пылевых смесях. Пределы взрыва. Давление при взрыве пыли, классы взрываемости пыли.

3.5 Темы расчетных работ

– Рассчитать количество воздуха, необходимого для горения; рассчитать количество и состав продуктов горения

– Рассчитать максимальное давление взрыва при дефлаграционном сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси

3.6 Темы лабораторных работ

– Оценка фугасности взрывчатого вещества
– Расчёт поражающего действия взрыва
– Осколочное действие взрыва
– Оценка фугасности взрывчатого вещества
– Оценка защитных свойств металлических экранов
– Материальный баланс процессов горения

3.7 Зачёт

– 1. Ядерные взрывы: оружие массового поражения, применение против мирного населения. 2. Ядерное оружие и техногенные риски. 3. Виды ядерных зарядов. 4. Мощность и калибр зарядов. 5. Виды ядерных взрывов. 6. Поражающие факторы ядерного взрыва. 7. Устройство и принцип действия атомных зарядов. 8. Устройство и принцип действия термоядерных зарядов. 9. Устройство и принцип действия нейтронных зарядов. 10. Опасность ядерных конфликтов.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Теория горения и взрыва [Текст] : учебное пособие для вузов / П. П. Кукин, В. В. Юшин, С. Г. Емельянов ; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Юго-Западный государственный университет" (М.), Российский государственный технологический университет им. К. Э. Циолковского (МАТИ-РГТУ). - М. : Юрайт, 2012. - 436 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

2. Экстремальные состояния вещества [Текст] : учебное пособие для вузов / В. Е. Фортов. - М. : Физматлит, 2010. - 304 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 6 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Управление безопасностью жизнедеятельности : учебное пособие для вузов / Ю. Г. Семехин. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 218[6] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

2. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них [Текст] : учебник для вузов / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин ; ред. Л. А. Михайлов. - СПб. : Питер, 2008. - 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

Согласована на портале № 6051

3. Механическое действие ядерного взрыва : научное издание / В. Н. Архипов, В. А. Борисов, А. М. Будков и др. ; Министерство обороны Российской Федерации, Центральный физико-технический институт. - М. : Физматлит, 2003. - 381[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Основы физики горения и взрыва: Учебное пособие / Хорев И. Е., Козлов В. С. - 2012. 141 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1908, свободный.

2. Теория горения и взрыва: Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе / Хорев И. Е. - 2012. 16 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2110, свободный.

3. Физико-химические процессы в техносфере: Методические указания к лабораторному практикуму / Екимова И. А. - 2012. 83 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2078, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http:www.elibrary.ru;
2. база знаний Allbest;
3. knowledge.allbest.ru/life/c

Согласована на портале № 6051