

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебной
работе
Д.В. Мулов



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины: изучение основных методов и законов термодинамики

Задачи изучения дисциплины «Термодинамика»: усвоение основных понятий и подходов к расчету термодинамических процессов и применение полученных знаний для решения конкретных задач химической технологии.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-1) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Физическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»,

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Теория вероятности и математическая статистика», «Кинетика гетерогенных процессов».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), практические (54 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (54 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак.ч.), практические занятия (6 ак.ч.), и самостоятельная работа студента (130 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре для очной формы обучения. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Термодинамика» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов.	ОПК-1	ОПК-1.1. Знает механизмы химических реакций, свойств, различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов. ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи, опираясь на знания о строении веществ, природе химической связи, с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний. ОПК-1.3. Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
	144	6
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	54	54
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	20	20
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	–	–
Аналитический информационный поиск	4	10
Работа в библиотеке	6	10
Подготовка к зачету	6	10
Промежуточная аттестация – зачет	3(2)	3(2)
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1 (Техническая термодинамика как теоретическая база специальных дисциплин);
- тема 2 (Термодинамические процессы идеальных газов);
- тема 3 (Равновесные и неравновесные процессы);
- тема 4 (Фазовые переходы);
- тема 5 (Термодинамические свойства веществ);
- тема 6 (Основы теории горения твердого топлива).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Техническая термодинамика как теоретическая база специальных дисциплин.	Основы термодинамики. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе.	6	Расчеты с использованием уравнения состояния идеальных газов	6	–	–
2	Термодинамические процессы идеальных газов	Идеальный газ. Законы идеальных газов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и внешняя работа. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.	6	Первый закон термодинамики. Обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) процессы.	8	–	–
3	Равновесные и неравновесные процессы	Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие.	6	Второй закон термодинамики. Расчет энтропии. Зависимость давления газа от параметров состояния.	8	–	–
4	Фазовые переходы	Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов. Теплоемкость системы. Связь между C_p и C_v . Условия равновесия термодинамических систем, находящихся в контакте с термостатом.	6	Процессы в замкнутых системах при наличии химических и фазовых превращений	6	–	–

Продолжение таблицы 3							
5	Термодинамические свойства веществ.	Вириальное разложение уравнения состояния. Уравнение состояния (давление) реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса).	6	Теплоемкость системы. Термодинамические потенциалы. Связь между C_p и C_v	6	—	—
				Работа изохорного и изобарного процессов.	4		
6	Основы теории горения твердого топлива	Основные явления горения. Влияние условий сжигания топлива на количество и температуру газов. Воспламенение и зажигание. Теория теплового взрыва. Распространение пламени.	6	Термодинамические неравенства. Адиабатические процессы. Следствия третьего закона термодинамики. Работа изотермического процесса.	8		
				Расчеты горения топлива. Теоретическая температура горения. Расчеты процессов теплообмена. Взрываемость газовых смесей.	8		
	Всего аудиторных часов		36		54	—	—

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Техническая термодинамика как теоретическая база специальных дисциплин. Термодинамические процессы идеальных газов.	Основы термодинамики. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе. Идеальный газ. Законы идеальных газов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и внешняя работа. Энтальпия.	4	Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.	2	—	—
2	Фазовые переходы. Термодинамические свойства веществ. Основы теории горения твердого топлива.	Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы. Термодинамическое равновесие. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов. Основные явления горения. Влияние условий сжигания топлива на количество и температуру газов. Воспламенение и зажигание. Теория теплового взрыва. Распространение пламени.	4	Расчеты горения топлива. Теоретическая температура горения. Взрываемость газовых смесей.	4	—	—
	Аудиторных часов за семестр		8		6	—	—

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- контрольный опрос – всего 60 баллов;
- практические работы – всего 40 баллов. Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Технология эффективных коммуникаций в профессиональной сфере» проводится по результатам работы в семестре. Если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Рефераты не предусмотрены.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Техническая термодинамика как теоретическая база специальных дисциплин

1) Перечислите известные Вам виды энергии, входящие в понятие внутренней энергии, например, воды, количеством 1 моль.

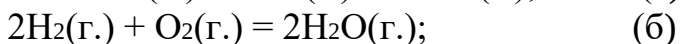
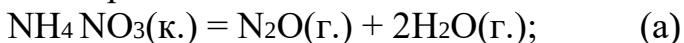
2) Найдите ошибки в следующем рассуждении: если энергия есть функция состояния, а теплота есть энергия, то и теплота есть функция состояния.

3) Каковы свойства внутренней энергии? Можно ли измерить внутреннюю энергию, в каких единицах ее выражают? Можно ли определить изменение внутренней энергии изолированной системы?

4) Если в изолированной системе происходит горение магния в кислороде, как изменится ее энергия? (внутренняя?) Куда тратится выделившееся количество энергии в форме тепла, излучения?

5) Увеличится ли внутренняя энергия колбы с реагирующими веществами, если перенести ее с первого этажа на девятый?

6) Не производя вычислений, определить знак изменения энтропии в следующих реакциях:



7) В каком состоянии энтропия 1 моль вещества больше: в кристаллическом или в парообразном при той же температуре?

Тема 2 Термодинамические процессы идеальных газов

1) Идеальный газ. Законы идеальных газов.

2) Связь абсолютной термодинамической шкалы температур со шкалой идеального газа.

- 3) Свойства энтропии. Изменение энтропии в произвольных процессах.
- 4) Энтропия идеального газа.

Тема 3 Равновесные и неравновесные процессы

- 1) Равновесные термодинамические процессы и их обратимость.
- 2) Изотермический процесс.
- 3) Изохорный процесс.
- 4) Изобарный процесс.
- 5) Адиабатный процесс.
- 6) Работа, внутренняя энергия и теплота изотермического, изобарного, изохорного и адиабатного процессов.
- 7) Политропный процесс. Зависимость между параметрами газа в политропном процессе.

Тема 4 Фазовые переходы

- 1) При сгорании 11,5 г жидкого этилового спирта выделилось 308,71 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Вычислите теплоту образования $C_2H_5OH(ж)$.
- 2) Вычислите теплоту сгорания этилена C_2H_4 , если известно, что теплота его образования 52,3 кДж/моль. Каков тепловой эффект сгорания 10 л C_2H_4 (27°C и 98,4 кПа)?
- 3) Определить равновесные составы газовых фаз реакций восстановления оксидов железа монооксидом углерода при заданной температуре и давлении (комплект заданий находится у преподавателя).

Тема 5 Термодинамические свойства веществ

- 1) Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов.
- 2) Уравнение Ван-дер-Ваальса.
- 3) Уравнения состояния реальных газов.
- 4) Определить парциальные давления компонентов, входящих в состав воздуха, находящегося при нормальном давлении.
- 5) Определить парциальные давления компонентов, входящих в газовую смесь следующего состава: CH_4 - 90%, C_2H_6 - 5%, C_3H_8 - 5% (в % по объему). Смесь находится под давлением 10 атм. = 1 МПа
- 6) Баллон со сжиженным газом, имеющим $P=0.1$ МПа и $t=20^0C$, нагрели до $t=50^0C$. Определить давление в баллоне после нагревания.
- 7) Продукты сгорания газа охлаждаются от 926^0C до 327^0C . Определить, во сколько раз уменьшится их объем.

Тема 6 Основы теории горения твердого топлива

- 1) Классификация горючих веществ, окислителей и источников воспламенения.
- 2) Химические реакции, протекающие при горении.
- 3) Материальный и тепловой балансы процесса горения.
- 4) Механизмы теплообмена.

6.5 Вопросы для подготовки к зачету

- 1) Каковы обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные) процессы?
- 2) Что характеризует давление и его связь с энтропией?
- 3) Каковы обобщенные силы, соответствующие внешним параметрам системы?
- 4) Каково основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов?
- 5) Что характеризует теплота? Функции процесса и функции состояния.
- 6) Как характеризуется первый закон термодинамики?
- 7) Как характеризуется цикл Карно, теорема Карно?
- 8) Тепловая машина. Каков коэффициент полезного действия машины?
- 9) Как характеризуется неравенство Клаузиуса?
- 10) Как читается второй закон термодинамики; принцип Клаузиуса, принцип Кельвина?
- 11) Как читается третий закон термодинамики? Теорема Нернста-Планка?
- 12) Как характеризуется теплоемкость системы?
- 13) Как характеризуется энтальпия?
- 14) Что такое свободная энергия Гельмгольца, термодинамический потенциал Гиббса?
- 15) Каковы экстенсивные (аддитивные) и интенсивные физические величины?
- 16) Каковы уравнения Гиббса-Гельмгольца?
- 17) Как характеризуется связь свободной энергии со статсуммой?
- 18) Как характеризуется соотношения взаимности Максвелла?
- 19) Каковы коэффициент теплового расширения, изотермическая сжимаемость, адиабатическая сжимаемость?
- 20) Как характеризуется связь между C_p и C_v ?
- 21) Каковы условия равновесия термодинамических систем, находящихся в контакте с термостатом?
- 22) Каков принцип максимальной работы?
- 23) Как выглядят термодинамические неравенства?
- 24) Что такое адиабатические процессы? Как их используют?
- 25) Каковы следствия третьего закона термодинамики?
- 26) Каково вириальное разложение уравнения состояния?
- 27) Как характеризуется уравнение Ван дер Ваальса?
- 28) Как характеризуется уравнение состояния (давление) реального газа?
- 29) Каковы условия сосуществования фаз? Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
- 30) Как характеризуется критическая точка? Тройная точка. Фазовые диаграммы.
- 31) Как характеризуется правило фаз Гиббса?

- 32) Каковы основные явления горения?
- 33) Как характеризуются процессы воспламенения и зажигания?
- 34) Каковы условия химического равновесия? Как читается закон действующих масс?
- 35) Как характеризуется теория теплового взрыва? Распространения пламени?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1) Зуев, А. Ю. Химическая термодинамика : учебник / А. Ю. Зуев, Д. С. Цветков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 183 с. — Библиогр.: с. 182. — 150 экз. — ISBN 978-5-7996-3029-4. — Текст : непосредственный. ISBN 978-5-7996-3029-4

https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/93300/1/978-5-7996-3029-4_2020.pdf

2) Нарышкин, Д.Г. Химическая термодинамика с Mathcad. Расчетные задачи: учебное пособие / Д. Г. Нарышкин. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2023.

<https://znanium.ru/catalog/document?id=419065>

3) Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 2 : Термодинамика и молекулярная физика — 2021. — 544 с. — ISBN 978-5-9221-1514-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185719> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

<https://e.lanbook.com/book/185719>

Дополнительная литература

1) Верховлюк, А.М. Физическая химия — основа металлургических процессов : учебное пособие / Верховлюк А.М., Верховлюк Г.А.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0568-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART

<https://www.iprbookshop.ru/115194.html>

2) Белонучкин, В.Е. Краткий курс термодинамики / В.Е. Белонучкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: МФТИ, 2010. — 164 с

<https://books.mipt.ru/book/301786>

3) Теория горения и взрыва: учебное пособие / А.И. Сечин, В.А. Перминов, О.Б. Назаренко и др.; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. — 162 с.

https://portal.tpu.ru/SHARED/a/AMELY/Study/Tab7/Теория_горения_и_взрыва_УП_2020.pdf

Учебно-методическое обеспечение

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст: электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст: электронный.
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. — <https://e.lanbook.com/>
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. — <https://www.iprbookshop.ru/>
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. — <https://rusneb.ru/>
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. — <https://diss.rsl.ru/>
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. — <https://cyberleninka.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. — <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>
13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» — <https://biblio.asu.edu.ru>
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Вытяжной шкаф; Прибор КФК; Спектрофотометр; Термостат; Муфельная печь; Аппарат для встряхивания жидкости; Универсальный иономер ЭВ-74; Калориметр ОХ-12; Весы аналитические WA21; Весы технические, разновесы; Весы электронные торговые СААЗ; Фотоколориметр КФ -77; Вакуумный насос; Магнитная мешалка; Холодильник «Ярна»; Плитка электрическая; Доска аудиторная; Таблица элементов Д.И.Менделеева; Наглядные пособия; Набор химических реактивов. Численность посадочных мест- 15 человек	306 главный корпус Лаборатория физической химии и аналитического контроля
Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 22 человека	406 главный корпус Лаборатория общей химии

Лист согласования РПД

Разработал
старший преподаватель кафедры
металлургических технологий
(должность)


(подпись) Е.С. Божанова
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) _____
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) _____
(Ф.И.О.)

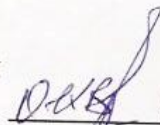
И.о. заведующего кафедрой МТ


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета горно-металлургической
промышленности и строительства


(подпись) О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.03.01 «Химическая технология»
Профиль «Химическая технология природных
энергоносителей и углеродных материалов»


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	