

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»  
 Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри  
 Кафедра электропривода и автоматизации производственных процессов

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Ружович Александр Владимирович  
 Должность: Директор  
 Дата подписания: 30.11.2021 11:48:59  
 Уникальный программный ключ:  
 f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3cb95ae6d9b4bda094afddaffb705f

Рабочая программа дисциплины

**Б1.Б.20 Общая энергетика**

для программы бакалавриата  
 по направлению подготовки

**13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника»**

Направленность программы – «Электропривод и автоматика»  
 Форма обучения – заочная

Автор: Мусакаев М.А., к.ф.-м.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: [maogan1@yandex.ru](mailto:maogan1@yandex.ru)

<p>РЕКОМЕНДОВАНО                  Представитель кафедры                  ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /                  М.А. Новикова                  Заведующий кафедрой                  ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /                  В.Р. Киушкина                  протокол № <u>12</u>                  от «<u>26</u>» <u>03</u> 2018 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО                  Представитель кафедры                  ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /                  М.А. Новикова                  Заведующий кафедрой                  ЭПиАПП <u>[подпись]</u> /                  В.Р. Киушкина                  протокол № <u>12</u>                  от «<u>26</u>» <u>03</u> 2018 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО                  Нормоконтроль в составе                  ОПОП пройден                  Специалист УМО  <u>[подпись]</u> / С.Р. Санникова                  «<u>25</u>» <u>04</u> 2018 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП                  Председатель УМС <u>[подпись]</u> / Л.А. Яковлева                  протокол УМС № <u>08</u> от «<u>26</u>» <u>04</u> 2018 г.</p>		<p>Зав. библиотекой  <u>[подпись]</u> / И.С. Гошанская                  «<u>25</u>» <u>04</u> 2018 г.</p>

Нерюнгри 2018

**1. АННОТАЦИЯ**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**Б1.Б.20 Общая энергетика**  
**Трудоемкость: 3 з.е.**

**1.1 Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию.

Задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление обучающихся с понятием энергетическая безопасность и методикой ее оценки на основе индикативного метода;
- освоение обучающимися основных типов энергетических установок и способов получения тепловой и электрической энергии на базе возобновляемых и невозобновляемых источников энергии.

**1.2 Требования к результатам освоения дисциплины**

- - готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5)

В целом дисциплина направлена:

- - на формирование общепрофессиональных знаний в области традиционной и возобновляемой энергетике, знакомство будущих специалистов с основами теории и принципами действия установок, с их эксплуатационными особенностями и основным оборудованием.
- - на стимулирование деятельности будущих специалистов данного направления подготовки в разрезе укрепления энергетической безопасности.

В результате освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основные виды энергоресурсов, способы преобразования их в электрическую и тепловую энергию, основные типы энергетических установок (ПК-5);
- основы термодинамики;
- технологические схемы электростанций; основные понятия и блоки энергетической безопасности объекта

Уметь:

- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике деятельности;
- определять параметры оборудования в структурных схемах различных объектов (ПК5);
- рассчитывать параметры циклов энергетических установок;
- определять характеристики;
- использовать методы оценки основных видов энергоресурсов и преобразования их в электрическую и тепловую энергию (ПК-5);

Владеть:

- навыками анализа технологических схем производства электрической и тепловой энергии (ПК-5);
- навыками оценки энергетической безопасности объекта

**1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Индекс	Наименование дисциплины (модуля) практики	Сессия	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.Б.20	Общая энергетика	2	Б1. Б.12 Физика (раздел	Б1.В.02.04 Электри-

	ка		электричество, магнетизм, волны), Б1.Б.17 Теоретические основы электротехники	ческий привод
--	----	--	--	---------------

**1.4. Язык преподавания русский**

**2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Выписка из учебного плана (гр. 3-ЭП-18(5))

Код и название дисциплины по учебному плану	<b>Б1.Б.20 Общая энергетика</b>	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	Сессия №2	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Форма текущей аттестации (контрольные, РГР, эссе)	Сессия №2	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах)</b> (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО <sup>1</sup> , в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	13	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	6	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	-	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	2	-
- лабораторные работы		-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	5	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	91	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	4	

<sup>1</sup>Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

### 3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием ответственного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Общие понятия и терминология курса	19	1	-		-		-	-	-	-	18
Раздел 1 Основы энергетической безопасности	19	1									18
Раздел 2 Электрические станции различных типов	23	1	-	1	-		-	-	-	3	18
Раздел 3. Основы термодинамики	22	1	-	1	-		-	-	-	2	18
Раздел 4 Энергетическое топливо	21	2	-		-		-	-	-		19
<b>Зачет</b>	<b>4</b>										<b>4</b>
<b>Всего часов за сессию №2</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>91+4</b>

Минимум содержания образовательной программы Курс направлен на получение студентами представления о всех видах электростанций, работающих на базе различных энергетических ресурсов, об основных, происходящих в них процессах преобразования, передачи и потребления энергии, о принципах работы и конструктивном выполнении энергетических установок, о современном состоянии и перспективах развития традиционной и возобновляемой энергетики.

#### 3.2 Содержание тем программы дисциплины

№	Раздел дисциплины
1	Основы энергетической безопасности
2	Электрические станции различных типов
3	Основы термодинамики
4	Энергетическое топливо

*Вопросы для самоконтроля (3 курс сессия №2)*

1. Понятие о циклах тепловых двигателей. Основные законы термодинамики.
2. Проектирование и эксплуатация гидроустановок (основные принципы выбора типа ГЭС и ее мощности).
3. Основные законы гидравлики и гидромеханики. Преобразование гидравлической энергии в электрическую в гидроэнергетических установках.
4. Принципиальная схема ТЭЦ, назначение и краткая характеристика основного технологического оборудования, особенности работы.
5. Цикл Карно для водяного пара.
6. Технологическая схема СЭС, назначение и краткая характеристика основного технологического оборудования, особенности работы.
7. Цикл Ренкина для водяного пара.
8. Технологическая схема ВЭС, назначение и краткая характеристика основного технологического оборудования, особенности работы.
9. Технологическая схема КЭС, назначение и краткая характеристика основного технологического оборудования, особенности работы.
10. Гидроэнергетика малых ГЭС. Типы энергоустановок.
11. Принципиальная схема АЭС, назначение и краткая характеристика основного технологического оборудования, особенности работы.
12. Использование геотермальной, приливной энергии и энергии биомассы в выработке электрической энергии.
13. Энергетическое топливо и основные его характеристики, особенности работы.
14. Основные сооружения ГЭС. Влияние режима стока воды на выбор мощности ГЭС.
15. Схемы использования гидравлической энергии (плотинная, деривационная, смешанная). Схемы ГАЭС.
16. Влияние начальных и конечных параметров рабочего тела на тепловую экономичность. Регенеративный подогрев питательной воды.
17. Технологические схемы и конструкции паровых котлов. КПД парового котла. Вспомогательное оборудование котельной установки.
18. Способы использования НВИЭ. Типы установок по использованию возобновляемой энергии.
19. Особенности паровых турбин АЭС. Парогенераторы АЭС.
20. Способы преобразования энергии движущегося потока воды в механическую энергию вращения. Регулирование речного стока в процессе эксплуатации.
21. Электростанции с газотурбинными и парогазовыми установками. Технологические схемы, назначение и краткая характеристика основного технологического оборудования, особенности работы.
22. Каскадное использование водных ресурсов в гидроэнергетике.
23. Типы ядерных реакторов. Характеристики и конструкции ядерных реакторов. Основные элементы реакторной установки.
24. Экономические и социально-экологические аспекты возобновляемой энергии и ресурсосберегающих технологий.
25. Ядерное горючее топливо. Принципы работы ядерного энергетического реактора.
26. Классификация и характеристики гидротурбин.
27. Принцип работы паровых турбин. Преобразование энергии в рабочих ступенях паровых турбин. Конструкция паровых турбин.
28. ДЭС и накопители энергии при эксплуатации установок на базе НВИЭ.
29. Влияние начальных и конечных параметров рабочего тела на тепловую экономичность. Промежуточный подогрев пара.
30. Системы и оборудование по транспортировке топлива и подготовке его к сжиганию.
31. Проектирование и эксплуатация гидроустановок (основные принципы выбора типа ГЭС и ее мощности).
32. Энергетический баланс энергоблока (ТЭС и АЭС).
33. Основные сооружения ГЭС. Влияние режима стока воды на выбор мощности ГЭС.

34. Типы тепловых и атомных электростанций.
35. Конденсаторы, эжекторные установки паровых турбин.
36. Каскадное использование водных ресурсов в гидроэнергетике.
37. Гидроэнергетика малых ГЭС. Типы энергоустановок.
38. Свойства рабочего тела для ТЭС и АЭС. Процессы в PV, TS и hs – диаграммах. Понятие энтальпии, энтропии.

### 3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

*Учебные технологии, используемые в образовательном процессе*

Раздел	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
Электростанции различных типов	6	Лекции с использованием мультимедийных технологий при изучении тем «Тепловые электрические станции», «Атомные электрические станции», «Возобновляемая энергетика»	2
<b>Всего:</b>			<b>2</b>

**4.Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине  
Содержание СРС**

**Расчетно-графическая работа**

**Часть №1:** «Основные термодинамические процессы. Расчет параметров рабочих тел»

**Задание 1:** Воздух, имеющий начальное давление  $P_1=0,1$ МПа и температуру  $t_1=20^\circ\text{C}$ , сжимается в одноступенчатом поршневом компрессоре до давления  $P_2$ . Сжатие может быть изотермическим, адиабатным и политропным с показателем политропы  $n$ . Определить для каждого процесса сжатия все начальные и конечные параметры воздуха, считая его идеальным газом; отведенную от воздуха теплоту  $Q$ , кВт и теоретическую мощность привода компрессора  $N$ , кВт, если производительность компрессора  $G$ , кг/с. Дать сводную таблицу и изображение процессов сжатия в  $pV$ - и  $TS$ -диаграммах.

**Варианты:**

Таблица 1

Последняя цифра шифра	$n$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2$ , МПа	$G$ , кг/с
0	1,10	0	0,8	0,1
1	1,12	1	0,9	0,2
2	1,14	2	1,0	0,3
3	1,16	3	1,1	0,4
4	1,18	4	1,2	0,5
5	1,20	5	1,3	0,6
6	1,22	6	1,4	0,7
7	1,24	7	1,5	0,8
8	1,26	8	1,6	0,9
9	1,28	9	1,7	1,0

**Задание 2:** Рассчитать теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания (ДВС), считая, что рабочим телом является воздух с начальными параметрами  $P_1=0,1$ МПа,  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Определить основные параметры рабочего тела  $P$ ,  $V$ ,  $T$  во всех точках цикла, изменение внутренней энергии  $\Delta U$ , энтальпии  $\Delta h$ , энтропии  $\Delta S$  для всех процессов и для цикла; теплоту и работу для процессов и для цикла, а также термический КПД цикла. Дать сводную таблицу и изобразить цикл в  $PV$ - и  $TS$ -диаграммах.

**Варианты:**

Таблица 2

Последняя цифра шифра	Цикл	Степень сжатия, $\epsilon$	Предпоследняя цифра шифра	Степень повышения давления, $\lambda$	Степень предварительного расширения, $\rho$
0	Отто *)	8	0	2,4	2,1
1		9	1	2,3	2,0
2		10	2	2,2	1,9
3	Дизеля **)	16	3	2,1	1,8
4		17	4	2,0	1,7
5		18	5	1,9	1,6
6	Тринклера-Сабатэ	12	6	1,8	1,5
7		13	7	1,7	1,4
8		14	8	1,6	1,3

9		15	9	1,5	1,2
---	--	----	---	-----	-----

**Примечание:** независимо от исходных данных принимать \*)  $\rho=1$  для циклов с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) и \*\*)  $\lambda=1$  для циклов с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля).

**Задание 3:** Определить эффективную мощность  $N_e$  газотурбинной установки (ГТУ) без регенерации теплоты и ее эффективный КПД по заданной степени повышения давления  $\beta = P_2 / P_1$ , известным адиабатным КПД турбины  $\eta_T$  и компрессора  $\eta_K$ , температуре воздуха перед компрессором  $t_1$ , температуре газа перед турбиной  $t_3$  и по расходу воздуха через ГТУ  $G_{ВОЗ}$ . Изобразить цикл ГТУ в PV- и TS- диаграммах. Показать, как зависит термический КПД ГТУ от степени повышения давления  $\beta$ .

**Варианты:**

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\beta$	Предпоследняя цифра шифра	$\eta_K$	$\eta_T$	$G_{ВОЗ}, \text{ кг/с}$
0	30	850	7,2	0	0,82	0,89	57
1	27	830	9,0	1	0,81	0,88	55
2	24	880	8,8	2	0,79	0,85	52
3	20	900	8,5	3	0,82	0,87	50
4	17	920	8,2	4	0,81	0,86	48
5	14	860	8,0	5	0,80	0,84	45
6	12	840	7,5	6	0,79	0,82	42
7	10	820	7,0	7	0,78	0,86	40
8	7	800	6,5	8	0,77	0,83	38
9	6	780	6,2	9	0,76	0,85	35

**Задание 4:** Определить термический КПД цикла Ренкина и эффективную мощность паротурбинной установки (ПТУ) по заданным начальному давлению  $P_1$  и температуре перегретого пара перед турбиной  $t_1$ ; конечному давлению в конденсаторе  $P_2$ , расходу пара через турбину  $D$ , внутренним относительным КПД турбины  $\eta_T$  и питательного насоса  $\eta_H$ . Изобразить цикл Ренкина в TS – диаграмме, а процессы сжатия воды в питательном насосе и расширения пара в турбине – в hS – диаграмме. Механический КПД ПТУ принять равным  $\eta_M=0,98$ .

**Варианты:**

Таблица 4

Последняя цифра шифра	$P_1, \text{ МПа}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$\eta_T$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2, \text{ кПа}$	$D, \text{ кг/с}$	$\eta_H$
0	10,0	500	0,80	0	3,0	50	0,70
1	10,5	510	0,81	1	3,5	100	0,71
2	11,0	520	0,82	2	4,0	150	0,72
3	11,5	530	0,83	3	4,5	200	0,73
4	12,0	540	0,84	4	5,0	50	0,74
5	12,5	550	0,85	5	3,0	100	0,75
6	13,0	560	0,86	6	3,5	150	0,76
7	13,5	570	0,87	7	4,0	200	0,77
8	14,0	580	0,88	8	4,5	50	0,78

9	14,5	590	0,89	9	5,0	100	0,79
---	------	-----	------	---	-----	-----	------

**Часть №2:** «Состав топлива. Тепловой баланс и КПД котлоагрегата».

**Задание 1:** Задано топливо и паропроизводительность котлоагрегата  $D$ . Определить состав топлива по рабочей массе и его низшую теплоту сгорания, способ сжигания топлива, тип топки, значение коэффициента избытка воздуха в топке  $\alpha_t$  и в уходящих из топки газах  $\alpha_{yx}$  по величине присоса воздуха по газовому тракту  $\Delta\alpha$ ; найти теоретически необходимое количество воздуха  $V_0$  для сгорания 1кг ( $1\text{м}^3$ ) топлива и объемы продуктов сгорания при  $\alpha_{yx}$ , а также энтальпию уходящих газов  $I_{yx}$  при заданной температуре уходящих газов  $t_{yx}$  и их влажностном содержании  $d_{yx}$ .

**Варианты:**

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Вид топлива	Предпоследняя цифра шифра	$D$ , Т/ч	$\Delta\alpha$	$t_{yx}$ , °С
0	Кузнецкий уголь Г (каменный, газовый)	0	160	0,15	130
1	Мазут малосернистый	1	20	0,16	130
2	Газ из газопровода "Средняя Азия - Центр"	2	10	0,18	130
3	Челябинский уголь БЗ (бурый)	3	120	0,20	140
4	Мазут сернистый	4	25	0,22	140
5	Газ из газопровода "Бухара – Урал"	5	15	0,24	140
6	Канско–Ачинский уголь Б2 (бурый)	6	80	0,26	150
7	Мазут высокосернистый	7	30	0,28	150
8	Газ из газопровода "Саратов – Москва"	8	20	0,30	150
9	Экибастузский уголь СС (бурый, слабоспекающийся)	9	30	0,32	160

**Задание 2:** Для условий задачи 1 определить потерю теплоты с уходящими газами  $q_2$ , составить тепловой баланс котельного агрегата и определить его КПД брутто. Определить расход натурального  $B$  и условного  $B_u$  топлив, испарительность натурального топлива. Давление пара в котле  $P_1$ , температуры перегретого пара  $t_1$  и питательной воды  $t_{пв}$  взять в соответствии с вариантом.

**Варианты:**

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С		Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С	
		$t_1$	$t_{пв}$			$t_1$	$t_{пв}$
0	240	560	225	5	60	535	200
1	140	555	220	6	40	530	195
2	120	550	215	7	50	525	190
3	100	545	210	8	70	520	185
4	80	540	205	9	90	515	180

**Критерии оценки:**

Компетенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
<p>ОПК-3 ПК-3 ПК-5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- РГР сдана в срок,</li> <li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,</li> <li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li> <li>- практическое задание решено правильно, с обоснованием применяемых теоретических положений и сопровождается необходимым анализом и интерпретацией полученных результатов;</li> <li>- теоретическая взаимосвязь с практической частью освещена в полном объеме, глубоко, с использованием различных источников научно-технической информации.</li> <li>- при защите указывается взаимосвязь выполненных расчетов с последующими, четко обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li> <li>- на вопросы даются полные исчерпывающие обоснованные ответы</li> </ul>	<p>22-25/ 13-15 баллов отлично</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>РГР сдана в срок,</li> <li>- оформление соответствует требованиям ГОСТ,</li> <li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал и источники профессиональных баз данных,</li> <li>- в практической части задания имеются отдельные недостатки, не влияющие на окончательный результат исследования;</li> <li>- при освещении теоретической взаимосвязи с практической частью был использован только один источник научной информации, но вопрос освещен в целом правильно;</li> <li>- четко обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- при защите прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений</li> <li>- на вопросы даются обоснованные ответы, допускаются незначительные недочеты</li> </ul>	<p>16-21/ 10-12 баллов хорошо</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- РГР сдана в срок,</li> <li>- оформление соответствует требованиям,</li> <li>- имеется список использованной литературы, содержащей справочный материал,</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическое задание выполнено со значительными ошибками</li> <li>- не в полном объеме освещена теоретическая взаимосвязь с практической частью, поверхностное обоснование без примеров и необходимых обобщений;</li> <li>- при защите прослеживается не четкая последовательность, не совсем верно с затруднениями обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- допускаются неточности в формулировках, исправленные студентом, с помощью преподавателя</li> <li>- ответы на дополнительные вопросы даны в полном объеме, могут содержать небольшие неточности</li> <li>- в схемах допущены неточности</li> </ul>	<p>10-15/ 8-9 баллов удовлетворительно</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оформление не соответствует требованиям,</li> <li>- список литературы содержит справочный материал,</li> <li>- неуверенность в применении справочной литературы,</li> <li>- не выполнены требования на оценку «удовлетворительно»</li> <li>- отсутствует выполнение большей части задания или неверность решения.</li> <li>- при защите допущены неточности в изложении, грубые ошибки,</li> <li>- не верно обосновывается выполненный расчет;</li> <li>- изложение основных аспектов несвязно,</li> <li>- отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения,</li> <li>- структура расчетов не соответствует содержанию,</li> <li>- на большую часть дополнительных вопросов даны неправильные ответы,</li> <li>- в схемах допущены неточности, чертежи выполнены не верно</li> <li>- ответы на наводящие вопросы не верные.</li> </ul>	<p>менее 10/ 8 баллов неудовлетворительно</p>

**Тестовые задания по курсу дисциплины**  
**Пример по разделу**  
**ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**  
**(термодинамика, циклы)**

1. Дополните

### закон термодинамики - закон превращения и сохранения энергии

2. Дополните

### закон термодинамики - устанавливает условия протекания и направленность макроскопических процессов в системах, состоящих из большого количества частиц

3. Дополните

### состоянием - называется состояние тела, при котором во всех его точках объема  $P$ ,  $v$  и  $T$  и все другие физические свойства одинаковы.

4. Дополните

### - одна из физических величин, характеризующих тепловое состояние тела или системы тел. В открытых системах данная величина может понижаться за счет увеличения ее во внешней среде

5. Дополните

### - вещество в твердом, жидком или газообразном состоянии, обладающее энергией, которая может быть превращена в используемый вид энергии.

6. Дополните

### - источники энергии, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненном цикле растительного и животного мира и жизнедеятельности человеческого общества.

7. Дополните

### - комплекс взаимосвязанных систем (от добычи и производства энергетических ресурсов до конечного потребления энергии), состоящих из энергетических объектов, объединенных для обеспечения потребителей всеми видами энергии.

8. Отметьте правильный ответ

Уравнение первого закона термодинамики имеет следующий вид:

$Q = (U_2 - L) + L$

$Q = (U_2 + U_1) + L$

$Q = (U_2 - U_1) + L$

$Q = (U_2 + U_1) - L$

9. Дополните

### - это газ, у которого отсутствуют силы взаимного притяжения и отталкивания между молекулами и размеры молекул не учитываются

10. Отметьте правильный ответ

Уравнение состояния идеального газа:

$P \cdot v = R/T$

$P/v = R \cdot T$

$P \cdot T = R \cdot v$

$P \cdot v = R \cdot T$

11. Задание на установление соответствия

Энтропию можно определить как функцию основных параметров состояния:

1. Если энтропия системы возрастает ( $\Delta s > 0$ )	то системе отводится тепло то системе не подводится и не отводится тепло (адиабатный процесс). то системе подводится тепло
2. Если энтропия системы уменьшается ( $\Delta s < 0$ )	
3. Если энтропия системы не изменяется ( $\Delta s = 0$ , $s = \text{Const}$ ),	

12. Задание на установление порядка

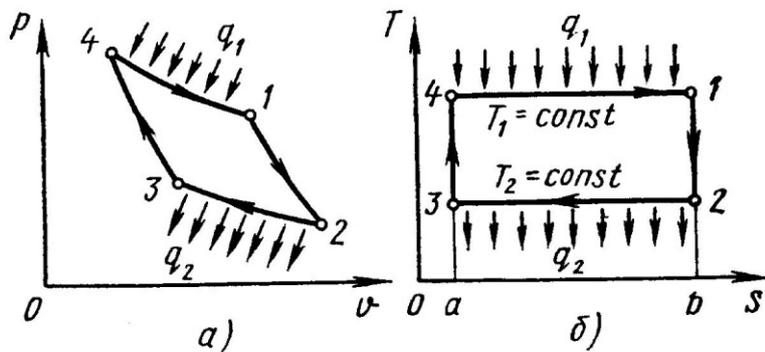


Рис. 3.1. Обратимый цикл Карно в  $p, v$ - (а) и  $T, s$ - (б) диаграммах

1-2	1. Изотермическое сжатие, отвод теплоты $q_2$ к холодному источнику от рабочего тела
2-3	
3-4	2. Обратимое адиабатное расширение при $s_1 = \text{Const}$ . Температура уменьшается от $T_1$ до $T_2$ .
4-1	3. Изотермическое расширение, подвод теплоты $q_1$ к горячего источника к рабочему телу.
	4. Обратимое адиабатное сжатие при $s_2 = \text{Const}$ . Температура повышается от $T_3$ до $T_4$ .

13. Дополните

### – устройство, в котором при перемещении газа по каналу происходит его расширение с уменьшением давления и увеличением скорости.

14. Дополните

### - устройство, в канале которого происходит сжатие рабочего тела с увеличением его давления и уменьшением скорости.

15. Дополните

### - явление, при котором пар или газ переходит с высокого давления на низкое без совершения внешней работы и без подвода или отвода теплоты.

16. Дополните

### - процесс перехода твердого вещества непосредственно в пар

17. Отметьте правильный ответ

Термический к.п.д. цикла Ренкина определяется по уравнению:

- $\eta_t = (q_1 - q_2)/q_2$
- $\eta_t = (q_1 - q_2)/q_1$
- $\eta_t = (q_1 + q_2)/q_1$
- $\eta_t = (q_1 - q_2) \cdot q_1$

18. Дополните

### – процесс передачи теплоты, происходящий при непосредственном контакте тел или частицами тел с различными температурами и представляет собой молекулярный процесс передачи теплоты.

19. Дополните

### – это перенос теплоты при перемещении и перемешивании всей массы неравномерно нагретых жидкости или газа.

20. Дополните

### - одновременный перенос теплоты конвекцией и теплопроводностью.

21. Дополните

### - называется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодному теплоносителю через стенку, разделяющую эти теплоносители.

### Критерии оценки теста:

№ п/п	Процент выполненных заданий	Буквенный эквивалент (оценка)	баллы
1	95-100	A(5)	40
2	85-94,9	B(5)	34
3	75-84,9	C(4)	30
4	65-74,9	D(4)	26
5	55-64,9	E(3)	22
6	25-54,9	FX(2)	0

### Комплект заданий для практических работ по раздела «Основы термодинамики»

#### Тема №1: «Основные термодинамические процессы. Расчет параметров рабочих тел»

**Задание 1:** Воздух, имеющий начальное давление  $P_1=0,1$  МПа и температуру  $t_1=20^\circ\text{C}$ , сжимается в одноступенчатом поршневом компрессоре до давления  $P_2$ . Сжатие может быть изотермическим, адиабатным и политропным с показателем политропы  $n$ . Определить для каждого процесса сжатия все начальные и конечные параметры воздуха, считая его идеальным газом; отведенную от воздуха теплоту  $Q$ , кВт и теоретическую мощность привода компрессора  $N$ , кВт, если производительность компрессора  $G$ , кг/с. Дать сводную таблицу и изображение процессов сжатия в  $pV$ - и  $TS$ -диаграммах.

#### Варианты:

Таблица 1

Последняя цифра шифра	$n$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2$ , МПа	$G$ , кг/с
0	1,10	0	0,8	0,1
1	1,12	1	0,9	0,2
2	1,14	2	1,0	0,3
3	1,16	3	1,1	0,4
4	1,18	4	1,2	0,5
5	1,20	5	1,3	0,6
6	1,22	6	1,4	0,7
7	1,24	7	1,5	0,8
8	1,26	8	1,6	0,9
9	1,28	9	1,7	1,0

**Задание 2:** Рассчитать теоретический цикл двигателя внутреннего сгорания (ДВС), считая, что рабочим телом является воздух с начальными параметрами  $P_1=0,1$  МПа,  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Определить основные параметры рабочего тела  $P$ ,  $V$ ,  $T$  во всех точках цикла, изменение внутренней энергии  $\Delta U$ , энтальпии  $\Delta h$ , энтропии  $\Delta S$  для всех процессов и для цикла; теплоту и работу для процессов и для цикла, а также термический КПД цикла. Дать сводную таблицу и изобразить цикл в  $PV$ - и  $TS$ -диаграммах.

**Варианты:**

Таблица 2

Последняя цифра шифра	Цикл	Степень сжатия, $\epsilon$	Предпоследняя цифра шифра	Степень повышения давления, $\lambda$	Степень предварительного расширения, $\rho$
0	Отто *)	8	0	2,4	2,1
1		9	1	2,3	2,0
2		10	2	2,2	1,9
3	Дизеля **)	16	3	2,1	1,8
4		17	4	2,0	1,7
5		18	5	1,9	1,6
6	Тринклера-Сабатэ	12	6	1,8	1,5
7		13	7	1,7	1,4
8		14	8	1,6	1,3
9		15	9	1,5	1,2

Примечание: независимо от исходных данных принимать \*)  $\rho=1$  для циклов с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) и \*\*)  $\lambda=1$  для циклов с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля).

**Задание 3:** Определить эффективную мощность  $N_e$  газотурбинной установки (ГТУ) без регенерации теплоты и ее эффективный КПД по заданной степени повышения давления  $\beta = P_2 / P_1$ , известным адиабатным КПД турбины  $\eta_T$  и компрессора  $\eta_K$ , температуре воздуха перед компрессором  $t_1$ , температуре газа перед турбиной  $t_3$  и по расходу воздуха через ГТУ  $G_{ВОЗ}$ . Изобразить цикл ГТУ в PV- и TS- диаграммах. Показать, как зависит термический КПД ГТУ от степени повышения давления  $\beta$ .

**Варианты:**

Таблица 3

Последняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_3, ^\circ\text{C}$	$\beta$	Предпоследняя цифра шифра	$\eta_K$	$\eta_T$	$G_{ВОЗ}, \text{кг/с}$
0	30	850	7,2	0	0,82	0,89	57
1	27	830	9,0	1	0,81	0,88	55
2	24	880	8,8	2	0,79	0,85	52
3	20	900	8,5	3	0,82	0,87	50
4	17	920	8,2	4	0,81	0,86	48
5	14	860	8,0	5	0,80	0,84	45
6	12	840	7,5	6	0,79	0,82	42
7	10	820	7,0	7	0,78	0,86	40
8	7	800	6,5	8	0,77	0,83	38
9	6	780	6,2	9	0,76	0,85	35

**Задание 4:** Определить термический КПД цикла Ренкина и эффективную мощность паротурбинной установки (ПТУ) по заданным начальному давлению  $P_1$  и температуре перегретого пара перед турбиной  $t_1$ ; конечному давлению в конденсаторе  $P_2$ , расходу пара через турбину  $D$ , внутренним относительным КПД турбины  $\eta_T$  и питательного насоса  $\eta_H$ . Изобразить цикл Ренкина в  $TS$  – диаграмме, а процессы сжатия воды в питательном насосе и расширения пара в турбине – в  $hS$  – диаграмме. Механический КПД ПТУ принять равным  $\eta_M=0,98$ .

**Варианты:**

Таблица 4

Последняя цифра-рашифра	$P_1$ , МПа	$t_1$ , °С	$\eta_T$	Предпоследняя цифра шифра	$P_2$ , кПа	$D$ , кг/с	$\eta_H$
0	10,0	500	0,80	0	3,0	50	0,70
1	10,5	510	0,81	1	3,5	100	0,71
2	11,0	520	0,82	2	4,0	150	0,72
3	11,5	530	0,83	3	4,5	200	0,73
4	12,0	540	0,84	4	5,0	50	0,74
5	12,5	550	0,85	5	3,0	100	0,75
6	13,0	560	0,86	6	3,5	150	0,76
7	13,5	570	0,87	7	4,0	200	0,77
8	14,0	580	0,88	8	4,5	50	0,78
9	14,5	590	0,89	9	5,0	100	0,79

**Тема №2:** «Состав топлива. Тепловой баланс и КПД котлоагрегата».

**Задание 1:** Задано топливо и паропроизводительность котлоагрегата  $D$ . Определить состав топлива по рабочей массе и его низшую теплоту сгорания, способ сжигания топлива, тип топки, значение коэффициента избытка воздуха в топке  $\alpha_T$  и в уходящих из топки газах  $\alpha_{yx}$  по величине присоса воздуха по газовому тракту  $\Delta\alpha$ ; найти теоретически необходимое количество воздуха  $V_0$  для сгорания 1кг ( $1\text{м}^3$ ) топлива и объемы продуктов сгорания при  $\alpha_{yx}$ , а также энтальпию уходящих газов  $I_{yx}$  при заданной температуре уходящих газов  $t_{yx}$  и их влажностном содержании  $d_{yx}$ .

**Варианты:**

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Вид топлива	Предпоследняя цифра шифра	$D$ , Т/ч	$\Delta\alpha$	$t_{yx}$ , °С
0	Кузнецкий уголь Г (каменный, газовый)	0	160	0,15	130
1	Мазут малосернистый	1	20	0,16	130
2	Газ из газопровода “Средняя Азия - Центр”	2	10	0,18	130
3	Челябинский уголь БЗ (бурый)	3	120	0,20	140
4	Мазут сернистый	4	25	0,22	140
5	Газ из газопровода “Бухара – Урал”	5	15	0,24	140
6	Канско–Ачинский уголь Б2 (бурый)	6	80	0,26	150
7	Мазут высокосерни-	7	30	0,28	150

	стый				
8	Газ из газопровода “Саратов – Москва”	8	20	0,30	150
9	Экибастузский уголь СС (бурый, слабоспекающийся)	9	30	0,32	160

**Задание 2:** Для условий задачи 1 определить потерю теплоты с уходящими газами  $q_2$ , составить тепловой баланс котельного агрегата и определить его КПД брутто. Определить расход натурального  $V$  и условного  $V_u$  топлив, испарительность натурального топлива. Давление пара в котле  $P_1$ , температуры перегретого пара  $t_1$  и питательной воды  $t_{пв}$  взять в соответствии с вариантом.

**Варианты:**

Таблица 2

Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С		Предпоследняя цифра шифра	$P_1$ , бар	°С	
		$t_1$	$t_{пв}$			$t_1$	$t_{пв}$
0	240	560	225	5	60	535	200
1	140	555	220	6	40	530	195
2	120	550	215	7	50	525	190
3	100	545	210	8	70	520	185
4	80	540	205	9	90	515	180

### Темы практических работ по разделу «Электрические станции различных типов»

**Практические занятия** проводятся с использованием необходимых информационных материалов по плану выполнения индивидуальных расчетных заданий. На занятиях рассматриваются примеры расчета отдельных элементов систем и оборудования, являющиеся составными частями общего расчетного задания. Материалы передаются для студенческих групп в электронном виде. На практических занятиях материалы дублируются методическими пособиями

*Также студенты получают задание на выполнение при просмотре учебного фильма*

Практическая работа №1 «Индикативная оценка энергетической безопасности АЭС».

Практическая работа №2 «Использование гидроэнергетического потенциала малых рек».

Практическая работа №3 «Использование энергии Солнца».

Практическая работа №4 «Использование энергии ветра»

Практические работы представляют собой решение практических задач по перечисленным темам. Варианты заданий выдаются преподавателем.

### Пример практической работы

Практическая работа №3 (пример задачи)

Задача 1. На солнечной электростанции башенного типа установлено  $n=263$  гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность  $F_c=58 \text{ м}^2$ . Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность  $H_{пр} = 2,5 \text{ МВт/м}^2$ . Коэффициент отражения гелиостата

$R_z = 0,8$ . коэффициент поглощения приемника  $A_{пр} = 0,95$ . Максимальная облученность зеркала гелиостата  $H_z = 600 \text{ Вт/м}^2$ .

Определить площадь поверхности приемника  $F_{пр}$  и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет  $t = 660$  °С. Степень черноты приемника  $\epsilon_{пр} = 0,95$ . Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

Задача 2. Для отопления дома в течение суток потребуется  $Q = 0,60$  ГДж теплоты. При использовании для этой цели солнечной энергии тепловая энергия может быть запасена в водяном аккумуляторе. Допустим, что температура горячей воды  $t_1 = 54$  °С. Какова должна быть емкость бака аккумулятора  $V$  ( $\text{м}^3$ ), если тепловая энергия может использоваться в отопительных целях до тех пор, пока температура воды не понизится до  $t_2 = 29$  °С? Величины теплоемкости и плотности воды взять из справочной литературы.

#### Критерии оценки:

Компетенции	Характеристика выполнения практических заданий	Количество набранных баллов
ОПК-3, ПК-3, ПК-5	Верное решение всех задач практических работ с приведением обоснований и комментариев решения.	5
	Неверное решение задач.	0

#### 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Общая энергетика» (сост. Киушкина В.Р.), включающий методические указания для обучающихся по освоению дисциплины <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=3574>

#### Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Расчетно-графическая работа Часть 1	30	18	25	4 практических задания
2	Расчетно-графическая работа Часть 2	30	9	15	2 практических задания
3	Практические занятия	2	13	20	4 практические работы
4	Тестирование	29	20	40	8 тестовых заданий
	<b>Итого:</b>	<b>91</b>	<b>60</b>	<b>100</b>	

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

В соответствии с п. 5.13 Положения о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0 (утвержденного ректором СВФУ от 21.02.2018 г.), зачет «ставится при наборе не менее 60 баллов». Таким образом, процедура зачета не предусмотрена.

### 6.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

<b>Характеристики процедуры</b>	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ОПК-3, ПК-3, ПК-5
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 г. <a href="#">Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.</a>
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса
Период проведения процедуры	летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	не требуется
Требования к банку оценочных средств	-
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.1. РПД.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины  
(модуля)**

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ	Текущий контингент студентов
Основная				
1	Быстрицкий Г.Ф. Общая энергетика: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2016.		5	
2	Антонова А.М., Вагнер М.А., Калугин Б.Ф. Общая энергетика: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 387 с.			
3	Антонова А.М., Вагнер М.А., Калугин Б.Ф. Общая энергетика. Ч.1: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 135 с.			
4	Антонова А.М., Вагнер М.А., Калугин Б.Ф. Общая энергетика. Ч.2: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003. – 168 с.			
5	Основы современной энергетика: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Часть 1. Современная теплоэнергетика / Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. — М.: Издательство МЭИ, 2002. — 368 с., ил.			
6	Основы современной энергетика: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях. / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. Часть 2. Современная электроэнергетика / Под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 454 с., ил.			
7	Беляков Ю.С. Основы энергетика (конспект лекций): учебное пособие. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. – 80 с.			
8	Электрооборудование электрических станций и подстанций / Л.Д.Рожкова, Л.К. Карнеева, Т.В Чиркова. – 2-е изд., стер. – М.:Издательский центр «Академия», 2005. – 448с.			
9	Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: Учеб. пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006.			
10	Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. – 720 с.			
11	Макаров Е.Ф. Справочник по электриче-			

	ским сетям 0,4 – 35 кВ и 110 – 1150 кВ / Под ред. И.Т. Горюнова и А.А. Любимова. – М: Папирус ПРО, 2003.			
12	И.Б.Кудрин. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник. – М.: Интернет Инжинеринг, 2005.			
Периодические издания				
1	«Электричество»			
2	«Новые технологии»			
3	«Электрика»			
4	«Малая энергетика»			
5	«Промышленная энергетика»			
6	«Электрические станции»			
7	«Энергосбережение»			
8	«Проблемы энергетики»			
9	«Электрооборудование»			
10	«Безопасность труда в промышленности»			
11	«Реферативный журнал. Энергетика и электротехника»			

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет",  
необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

- 1.Green Evolution Зеленая энциклопедия -  
<http://greenevolution.ru/enc/wiki/categories/obshhaya-energetika/>
- 2.Научная библиотека - <http://library.tltsu.ru/sites/site.php?s=122&m=45673>

**9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

- лекции и практические занятия проводятся в учебных аудиториях с использованием мультимедийных средств для представления презентаций лекций, показа учебных фильмов и защиты кейс-проектов;
- лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела</b>	<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.</b>	<b>Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)</b>
1	Лекционные и практические занятия	А503	комплект учебного оборудования "Электротехнические материалы" –стенд , тип.комп. учеб оборудования "Электропривод" наст, тип.комп.учебного оборуд "Электрические цепи"наст ручной, типовой комплект уч оборуд "Электрические материалы" наст вар, экран Projecta SlimScreen, проектор

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

### **10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине<sup>2</sup>**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия);
- использование специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

### **10.2. Перечень программного обеспечения**

MS OFFICE, ZOOM.

### **10.3. Перечень информационных справочных систем**

Не используется

---

<sup>2</sup>В перечне могут быть указаны такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет), виртуальных лабораторий, практикумов), специализированных и офисных программ, информационных (справочных) систем, баз данных, организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, форумов, Интернет-групп, скайп, чаты, видеоконференцсвязь, компьютерное тестирование, дистанционные занятия (олимпиады, конференции), вебинар (семинар, организованный через Интернет), подготовка проектов с использованием электронного офиса или оболочки) и т.п.

