

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

"Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна"  
**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ  
 П.В.Луканин  
 2018 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.06**  
 (индекс дисциплины)

Повышение энергетической эффективности тепломассообменных процессов и установок

(Наименование дисциплины)

Кафедра **24**  
 Код

Промышленной теплоэнергетики

(Наименование кафедры)

Направление подготовки:

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки:

Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования:

Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		144
	Аудиторные занятия	70		20
	Лекции	28		8
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	42		12
	Самостоятельная работа	38		111
	Промежуточная аттестация	36		13
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	3		4
	Зачёт	2		3
	Контрольная работа			4
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		4
Семестр		2, 3		3, 4

Санкт-Петербург  
 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРGETИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

На основании учебных планов № m130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Промышленной теплоэнергетики

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Сморозин С.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Промышленной теплоэнергетики

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Сморозин С.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:



Смирнова В.Г.

(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования компетенции
	<ul style="list-style-type: none"> <li>методики расчетов теплоиспользующих процессов с использованием, как первого, так и второго законов термодинамики;</li> <li>современные технологии теплоты и оборудования в процессах ЦБП.;</li> <li>технику измерений, виды, методы и средства измерений.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>планировать проведение исследований, определять наивыгоднейшие условия проведения исследований;</li> <li>пользоваться техническими средствами при проведении экспериментов.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>способами анализа и обобщения данных получаемых в ходе экспериментов;</li> <li>навыками дискуссии по профессиональной тематике;</li> </ul>	
ПК-6	готовностью применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях	1
<p><b>Планируемые результаты обучения</b></p> <p><b>Знать:</b> средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике;</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике;</p> <p><b>Владеть:</b> методами технического анализа для расчета тепловых схем источников энергии, процессов в теплоэнергетике;</p>		

#### 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Основные направления развития энергетики (ПК-3)
- Тепломассообменные процессы выпарки и выпарные установки (ПК-3, ПК-7)
- Тепломассообменные процессы сушки и сушильные установки (ПК-3, ПК-7)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1 Основы технологии производства целлюлозы и бумаги</b>			
Тема 1.Аппаратурно – технологическая схема производства сульфатной целлюлозы	8		10
Технология получения, аппаратурное оформление процесса. Факторы сульфатной варки – температура, начальная концентрация и расход активной щелочи. Режимы сульфатной варки.			
Тема 2 Принципиальная технологическая схема производства бумаги	10		10
Технология получения, аппаратурное оформление процесса: стадии изготовления бумаги. Классификация бумагоделательных машин. Контроль производства бумаги.			
Тема 3 Основные потребители энергии	10		12
Варка технологической щепы, регенерация щелочей, выпаривание, декарбонизация известняка. сушка бумаги, обезвоживание. Способы снижения энергозатрат на производство			
<b>Текущий контроль 1 Устный опрос</b>	2		
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине зачет</b>	6		4
<b>Учебный модуль 2 Эксергетический метод анализа в приращениях эксергий</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Тема 4.</b> Основные понятия эксергетического метода анализа.	12		19
Технология теплоты, математическое выражение эксергии, среднетермодинамическая температура. Эксергетический КПД и эксергетические потери.			
<b>Тема 5</b> Связь эксергетического КПД теплоиспользующего элемента и сложной термодинамической системы	10		14
Доля затраченной эксергии в элементарном тепловом процессе к затраченной эксергии в термодинамической системе, математическое выражение для связи КПД элементарного процесса с КПД термодинамической системы.			
<b>Тема 6.</b> Эксергетический КПД тепловых процессов, осложненных массообменом	10		14
Теплообменник смешения, адиабатический самоиспаритель, выпарной аппарат. Связь эксергетических потерь с расходом топлива в энергетических котлах. Расчет термодинамической системы с регенеративным контуром			
<b>Текущий контроль 2. Устный опрос</b>	2		
<b>Учебный модуль 3 Термодинамический анализ технологии теплоты в процессе производства целлюлозы и бумаги</b>			
<b>Тема 7</b> Эксергетический анализ процесса производства сульфатной целлюлозы	12		14
Варка технологической щепы, регенерация щелочи, выпаривание, декарбонизация известняка. Упрощенный метод определения эксергетического КПД сложной термодинамической системы			
<b>Тема 8</b> Эксергетический анализ процесса сушильной части производства бумаги	12		14
Распределение энергозатрат, сушка бумаги, регенерация теплоты паровоздушных потоков. Повышение степени регенерации теплоты в процессе термо - влажностной обработки бумажного полотна			
<b>Тема 9.</b> Основные направления по повышению энергоэффективности в ЦБП	12		14
Процессы в соререгенерационном котлоагрегате, в процессе выпаривания, декарбонизации, при варке технологической щепы. Кислотно – щелочной и углекислотный способы тепловой переработки черного щелока			
<b>Текущий контроль 3 Устный опрос</b>	2		
<b>Текущий контроль 3 (контрольная работа)</b>			10
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине экзамен</b>	36		9
<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>		<b>144</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	2	4			3	1
2	2	4			3	1
3	2	6			3	2
4	3	4			4	0,5
5	3	2			4	0,5
6	3	2			4	0,5
7	3	2			4	0,5
8	3	2			4	1
9	3	2			4	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>28</b>				<b>8</b>

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Аппаратурно – технологическая схема производства сульфатной целлюлозы	2	4			3	2
2	Технология получения, аппаратурное оформление процесса	2	4			3	2
3	Принципиальная технологическая схема производства бумаги	2	6			3	2
4	Основные понятия эксергетического метода анализа.	3	6			4	1
5	Связь эксергетического КПД теплоиспользующего элемента и сложной термодинамической системы.	3	4			4	1
6	Эксергетический КПД теплопроцессов, осложненных массообменом	3	4			4	1
7	Эксергетический анализ процесса производства сульфатной целлюлозы	3	6			4	1
8	Эксергетический анализ процесса сушильной части производства бумаги.	3	4			4	1
9	Основные направления по повышению энергоэффективности в ЦБП	3	4			4	1
<b>ВСЕГО:</b>			<b>42</b>				<b>12</b>

### 3.3. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Учебным планом не предусмотрено

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2,3	Устный опрос	2,3	3				
1,2,3	Контрольная работа					4	1

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	1			3	11
Подготовка к практическим (семинарским) и практическим занятиям	2	1			3	11
Подготовка к зачетам	2	6			3	4

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	3	15			4	44
Подготовка к практическим (семинарским) и практическим занятиям	3	15			4	45
Подготовка к экзаменам	3	36			4	9
<b>ВСЕГО:</b>		<b>74</b>				<b>124</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**7.1. Характеристика видов и используемых активных и инновационных форм учебных занятий**  
Не предусмотрено

**7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации**

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Стрельников Н.А. Энергосбережение [Электронный ресурс]: учебник/ Стрельников Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 174 с IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/47729>

2. Казаков, В.Г. Эксергетические методы оценки эффективности теплотехнологических установок [Текст] : учеб. пособие / В.Г. Казаков, П.В. Луканин, О.С. Смирнова; Гриф УМО; СПбГТУРП, каф. пром. теплоэнергетики. – СПб, 2013. – 93 с. Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий ВШТЭ <http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf>

б) дополнительная учебная литература

3. Ушаков В.Я. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ушаков В.Я., Харлов Н.Н., Чубик П.С.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 283 с IPRbooks - <http://www.iprbookshop.ru/55203>

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" , необходимых для освоения дисциплины

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях:

<http://www.gturp.spb.ru/fkl/fpe/kaf/pte/lakomkin/energysave.htm>

2. Портал по энергосбережению:

<http://www.energsovet.ru/stat.php>

3. Биоэнергетика: <http://www.btgworld.com/index.php?id=147&rid=33&r=references>

4. Волновая энергетика:

[http://www.wavegen.co.uk/about\\_wave\\_energy\\_info\\_schools\\_wave\\_whistles.htm](http://www.wavegen.co.uk/about_wave_energy_info_schools_wave_whistles.htm)

5. Перевод цементных печей на энергосберегающие технологии:

<http://www.nii-cement.ru/suh.htm>

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

1...Microsoft Windows 8.1

2...Microsoft Office Professional 2013

### 8.4. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1...Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом

2...Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом.
Практические занятия	Подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, решение задач по алгоритму, изучение теоретических материалов курса.
Самостоятельная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими. При подготовке к зачету необходимо проработать конспекты курса и рекомендуемую литературу.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-3 (1)	демонстрирует знания основных фундаментальных законов термодинамики и теплопередачи применительно к основным теплоиспользующим процессам регенерации щелоков: выпаривание черного щелока, сжигание черного щелока в СРК, декарбонизации известняка; способен выполнить термодинамический анализ технологического процесса регенерации черных щелоков для чего: рассчитать эксергетический КПД сложного технологического процесса и входящих в него теплоиспользующих элементов с установлением связи между ними; демонстрирует владение навыками расчета эксергетических характеристик теплоиспользующих процессов с целью синтеза тепловой схемы с высокой степенью термодинамического совершенства технологического процесса регенерации щелоков и бумагоделательных машин.	Устное собеседование Практические задания	Перечень вопросов для устного собеседования (36 вопросов) Задачи (15 штук)

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-7 (1)	демонстрирует знания методик расчетов теплоиспользующих процессов с использованием, как первого, так и второго законов термодинамики; современных технологий теплоты и оборудования в процессах ЦБП; техники измерений, видов, методов и средств измерений. способен планировать проведение исследований, определять наиболее выгодные условия проведения исследований; пользоваться техническими средствами при проведении экспериментов. демонстрирует владение навыками анализа и обобщения данных получаемых в ходе экспериментов; навыками дискуссии по профессиональной тематике;	Устное собеседование Практические задания	Перечень вопросов для устного собеседования (36 вопросов) Задачи (15 штук)
ПК-6(1)	Демонстрирует знания средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике. Применяет техническую информацию, нормы и правила, средства автоматизированных систем управления при выборе теплотехнического оборудования источников теплоснабжения. Способен выполнить технический анализ для расчета тепловых схем источников энергии, процессов в теплоэнергетике	Устное собеседование Практические задания	Перечень вопросов для устного собеседования (36 вопросов) Задачи (15 штук)

### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

#### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Практическое задание
отлично	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач	
хорошо	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	
удовлетворительно	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов	
неудовлетворительно	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	
Зачтено	Более 50 % верных ответов на максимальное количество вопросов за 3 мин в итоговом компьютерном тесте	



Не зачтено	Менее 50 % верных ответов на максимальное количество вопросов за 3 мин в итоговом компьютерном тесте
------------	--

**10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

**10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Принципиальная технологическая схема получения сульфатной целлюлозы	1
2	Принципиальная аппаратно – технологическая схема получения сульфатной целлюлозы.	1
3	Аппаратно – технологическая схема теплорекуперационной установки.	2
4	Варка технологической щепы	3
5	Процесс сжигания раствора в ЦБП	3
6	Выпаривание черного щелока.	3
7	Процесс декарбонизации известняка	3
8	Основные потребители энергии в производстве бумаги.	3
9	Основы технологии переработки черного щелока.	3
10	Технологическая схема переработки черного щелока	3
11	Тепловая обработка черного щелока в СРК.	3
12	Классификация бумагоделательных машин. Контроль производства бумаги.	2
13	Контроль производства бумаги.	2
14	Факторы сульфатной варки – температура, начальная концентрация и расход активной щелочи	1
15	Режимы сульфатной варки	1

**Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций**

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Эксергия теплового потока. Определение.	4
2	Математическое выражение для эксергии теплового потока	4
3	Эксергетические потери и их математическое выражение	4
4	Эксергетический КПД теплообменного аппарата	4
5	Эксергетический КПД сложной термодинамической системы	4
6	Удельный тепловой поток, переданный (воспринятый) в i-ом теплообменнике.	5
7	Приеденный тепловой поток для i-ого теплообменного аппарата	5
8	Среднетермодинамическая температура (точное и приближенное значение для процессов с фазовым и без фазового перехода).	5
9	Эксергетический КПД для сложной термодинамической системы через приведенные тепловые потоки	5
10	Математическое выражение для доли подведенной эксергии в i-ом теплообменнике к общей подведенной эксергии в системе.	5
11	Математическое выражение связи эксергетического КПД сложной термодинамической системы с КПД ее элементов	5
12	Теплообменник смешения	6
13	Адиабатический самоиспаритель	6
14	Выпарной аппарат.	6
15	Эксергетические характеристики основных энергопотребляющих процессов.	7
16	Анализ эксергетических функциональных групп производства целлюлозы.	7
17	Эксергетические характеристики функциональных групп сушильной части БДМ.	8
18	Тепловая обработка черного щелока в СРК.	9
19	Декарбонизация известняка.	9
20	Выпаривание черного щелока	9
21	Варка техноогической щепы.	9
22	Анализ эксергетических коэффициентов полезного действия функциональных групп	9

	сушильной части БДМ.	
23	Основные направления повышения степени термодинамического совершенства технологического процесса сушильной части БДМ.	9
24	Практическая модернизация сушильной части БДМ.	9

### 10.2.2. Вариант типовых задач, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	<p>Определить эксергетический КПД подогревателя</p> <p>Исходные данные: производительность аппарата по воде - <math>G_2 = 220</math> т/ч; температура воды на входе - <math>t_2' = 343</math>К; температура воды на выходе - <math>t_2'' = 403</math>К; абсолютное давление греющего пара - <math>P_n = 4</math>бар; затраты мощности на прокачку воды в подогревателе <math>N = 9</math>кВт; <math>D = 7,4</math>кг/с.</p>	<p>Тепловой баланс подогревателя</p> $D \cdot (i'' - i') \cdot \varphi = G_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_2'' - t_2')$ <p>Эксергетический КПД подогревателя</p> $\eta_e = \frac{G_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_2'' - t_2') \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_i}\right)}{D \cdot (i'' - i') \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_0}\right) + N} \cdot \varphi = \frac{1 - \frac{T_x}{T_i}}{\left(1 - \frac{T_x}{T_0}\right) + \frac{N}{D \cdot (i'' - i')}} \cdot \varphi$ <p>Тепловой поток, воспринимаемый водой в пароводяном подогревателе:</p> $Q_i = G_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_2'' - t_2')$ $Q_n = \frac{220000}{3600} \cdot 4,24 \cdot (403 - 343) = 15547 \text{ кВт}$ <p>Тепловой поток, переданный воде в пароводяном подогревателе</p> $Q_i = D \cdot (i'' - i')$ $Q_o = 7,4 \cdot (2725,5 - 561,4) = 16014 \text{ кВт}$ <p>Эксергетический баланс</p> <p>Приращение эксергии нагреваемой воды в подогревателе</p> $\dot{a}_i = Q_i \cdot \left(1 - \frac{\dot{Q}_o}{\dot{Q}_i}\right),$ $e_n = 15547 \cdot \left(1 - \frac{300}{373}\right) = 3043 \text{ кВт}$ <p>Приращение эксергии в процессе конденсации пара в подогревателе</p> $e_o = Q_o \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_o}\right),$ $e_o = 16014 \cdot \left(1 - \frac{300}{416,6}\right) = 4482 \text{ кВт}$ <p>Тогда</p> $\eta_e = \frac{1 - \frac{300}{373}}{\left(1 - \frac{300}{416,6}\right) + \frac{9}{16014}} \cdot 0,97 \cdot 100 = 67,68\%$
2	<p>Определить эксергетический КПД.</p> <p>Исходные данные: производительность аппарата по воде - <math>G_2 = 180</math> т/ч;</p>	<p>Тепловой баланс подогревателя</p> $D \cdot (i'' - i') \cdot \varphi = G_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_2'' - t_2')$ <p>Эксергетический КПД подогревателя</p>

<p>температура воды на входе - <math>t_2' = 343</math> К;  температура воды на выходе - <math>t_2'' = 423</math> К;  абсолютное давление греющего пара -  <math>P_n = 7 \text{ атм} \text{ (} 438 \text{ К)}</math>.</p>	$\eta_e = \frac{G_2 \cdot c_{p2} \cdot (t_2'' - t_2') \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_i}\right)}{D \cdot (i'' - i') \cdot \left(1 - \frac{T_x}{T_0}\right)} \cdot 100 = \frac{1 - \frac{T_x}{T_i}}{\left(1 - \frac{T_x}{T_0}\right)}$ <p>Тогда</p> $\eta_e = \frac{1 - \frac{300}{383}}{\left(1 - \frac{300}{438}\right)} \cdot 100 = \frac{0,2167}{0,3151} \cdot 100 = 68,77\%$
--	---

**10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций**

**10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и экзамена порядок ликвидации академической задолженности**

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения зачета и экзамена**

Время на подготовку 45 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи. К ответу прилагается письменный конспект.

**Особенности проведения зачета**

Время на подготовку 20 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи. К ответу прилагается письменный конспект.