



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по образовательной деятельности,  
председатель методического совета

И.Р. Абдулвелеев

9 февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

*ПАРОТУРБИННЫЕ, ГАЗОТУРБИННЫЕ И ПАРОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ*

**Для основных образовательных программ  
с индивидуальной образовательной траекторией**

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения

Очная

Курс 4  
Семестр 7

Магнитогорск  
2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании методического совета  
09.02.2023, протокол № 1.

Согласовано с руководителями ООП:

Зав. кафедрой ЭПП

А.В. Варганова

Зав. кафедрой экономики

А.Г. Васильева

Зам. директора ИЕиС по воспитательной работе,  
доцент кафедры ТССА

А.С. Лимарев

Доцент кафедры ПОиД

Т.Г. Неретина

Зам. директора ИЕиС по учебной работе,  
доцент кафедры ПОиБЖД

Ю.В. Сомова

Зав. кафедрой УиИС

М.М. Суровцов

Зав. кафедрой ЛПиМ

Н.А. Феоктистов

Зав. кафедрой ЛиУТС

О.В. Фридрихсон

Зав. кафедрой МиХТ

А.С. Харченко

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- знакомство будущих бакалавров с типовыми конструкциями, принципами работы, современным состоянием, перспективами развития и особенностями эксплуатации паротурбинных, газотурбинных и парогазовых установок.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые установки входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Термодинамические циклы

Котельные установки и парогенераторы

Прикладная гидрогазодинамика

Промышленные котельные установки и парогенераторы

Теория горения и технологии сжигания

Тепломассообмен: излучение

Тепломассообмен: теплопроводность

Тепломассообмен: конвекция

Физика

Гидрогазодинамика

Термодинамика

Учебная - ознакомительная практика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Программирование теплотехнических систем

Проектная деятельность

Производственная-технологическая практика

Системы промышленного теплоснабжения

Тепловые электрические станции

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые установки» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ДПК-011-5	Способен анализировать показатели работы газо-и паротурбинного оборудования ТЭС, проводить оптимизацию режимов работы, вести техническую документацию
ДПК-011-5.1	Изучает режимы работы газо-и паротурбинного оборудования ТЭС, выявляет причины повреждений
ДПК-011-5.2	Разрабатывает методы повышения эффективности работы газо-и паротурбинного оборудования ТЭС



2.1 Тепловой процесс турбинной ступени. Расширение пара в сопловых и направляющих каналах. Преобразование энергии потока пара на рабочих лопатках. Потери в ступенях турбины.	7			2	6	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Приложение 1. П.6.1 Раздел 2 (1-13).	Наличие конспектов по теме.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
2.2 Многоступенчатые паровые турбины. Тепловой процесс многоступенчатой турбины. Предельные и единичные мощности турбин. Тепловая регенерация.				2	6	Проработка материала. Приложение 1. П. 6.1 Раздел 2 (14-25).	Наличие конспектов по теме.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
2.3 Конденсационные турбины с регулируемыми отборами пара. Турбины с противодавлением и регулируемыми отборами				2	7	Проработка материала. Приложение 1. П. 6.1 Раздел 2 (26-35).	Наличие конспектов по теме.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
2.4 Конденсационные устройства паровых турбин. Элементы конструкции конденсатора. Конструкции конденсаторов поверхностного типа. Тепловой расчет конденсатора.				2	7	Проработка материала. Приложение 1. П. 6.1 Раздел 2 (36-50). Задачи п. 6.2.	Наличие конспектов по теме. Наличие решенных задач.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
Итого по разделу			8	26				
3. 3. Раздел. Парогазовые установки								
3.1 Основные сведения о ПГУ. Принципиальные схемы. Термодинамические циклы ПГУ. Действительные циклы ПГУ. Сжатие, сгорание и расширение. Тепловой баланс установки.	7			2	7	Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями). Приложение 1. П. 6.1 Раздел 3 (1-8).	Наличие конспектов по теме.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
3.2 Устройство ПГУ. Оценка работы.				2	7	Проработка материала. Приложение 1. П.6.1 Раздел 3 (9-18).	Наличие конспектов по теме.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2

3.3	Определение кпд. Точки оптимума.			2	7	Проработка материала. Приложение 1. П. 6.1 Раздел 3 (19-24).	Наличие конспектов по теме.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
3.4	Повышение эффективности работы ПГУ.			2	7	Проработка материала. Приложение 1. П. 6.1 Раздел 3 (25-30).	Наличие конспектов по теме. Наличие решенных задач.	ДПК-011-5.1, ДПК-011-5.2
Итого по разделу				8	28			
Итого за семестр				28	79,9		зачёт	
Итого по дисциплине				28	79,9		зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно - компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Ляшков, В. И. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий : учеб. пособие / В.И. Ляшков. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 218 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/22122](http://www.dx.doi.org/10.12737/22122). - ISBN 978-5-16-012314-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/942815>.

2. Трухний А.Д., Тихоходные паровые турбины атомных электрических станций : учебное пособие для вузов / Трухний А.Д. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01106-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011065.html> - Режим доступа : по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Костюк А.Г., Паровые и газовые турбины для электростанций : учебник для вузов / Костюк А.Г. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01157-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011577.html>

2. Костюк А.Г., Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций : учебник для вузов / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01400-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html>

3. Цанев С.В., Газотурбинные и парогазовые установки тепловых

электростанций : учебное пособие для вузов / С.В. Цанев, В.Д. Буров, А.Н. Ремезов; под ред. С.В. Цанева. - 3-е изд., стереот. - М. : МЭИ, 2020. - ISBN 978-5-383-01424-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html>

**в) Методические указания:**

1. Морозов А.П. Изучение конструкций паровых и газовых турбин по атласам и на натуральных образцах: методические указания. Магнитогорск: МГТУ, 2011. 12 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно
FAR Manager	свободно	бессрочно
Linux Calculate	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services,	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ:

- лаборатория топлива и химводоподготовки:

- автоматическая насосная станция OASIS; дизельная электростанция ДХМ-30; макет газотурбинной установки; микроскоп; плакаты, каталоги и атласы по темам практических занятий «Конструкции паровых турбин», «Конструкции газовых турбин».

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: - доска, мел.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

## 6.1. Темы к практическим разделам

Раздел 1

1. Какие потери имеют место в ГТУ и от чего они зависят? 1 Задача. Рассчитать базовые температуры цикла ГТУ для оптимальной степени сжатия и температуры Т3 из интервала 1200 – 1500 С°.
2. Что такое степень регенерации, отчего зависит и как определяется ее величина в ГТУ? Задача. Рассчитать количество подводимой теплоты в цикле и расход топлива. Топливо – природный газ.
3. Опишите схему и цикл ГТУ с двухступенчатым сжатием и промежуточным охлаждением воздуха и двухступенчатым подогревом газа. 3 Задача. Рассчитать количество и состав рабочего тела в цикле ГТУ.
4. Что достигается путем ступенчатого сжатия воздуха с промежуточным его охлаждением? 4 Задача. Рассчитать мощность ГТУ и расход топлива в соответствии с потребляемой мощностью объекта энергоснабжения.
5. Чем лимитируется предельная единичная мощность ГТУ открытого типа? Задача. Рассчитать основные параметры паротурбинного цикла после ГТУ при давлении 12,5 МПа и в зависимости от температуры отходящих газов ГТУ.
6. Что достигается путем промежуточного подогрева газа в ГТУ? Задача. Определить общую энергетическую эффективность цикла ПТУ.
7. Укажите способы повышения экономичности ГТУ.
8. Опишите схему парогазовой установки с высоконапорным парогенератором. Укажите ее достоинства.
9. Почему парогазовая установка имеет более высокий к. п. д. по сравнению с паротурбинными и газотурбинными установками?
10. Чем определяется начальная температура газа перед газовой турбиной и какие существуют методы повышения ее?
11. Чем вызвана необходимость в сложных и многовальных ГТУ?
12. Опишите схему ГТУ закрытого типа. Укажите ее достоинства, недостатки, области применения и перспективы развития.
13. Какие основные особенности имеют газовые турбины по сравнению с паровыми.
14. Как осуществляется регулирование мощности ГТУ?

Раздел 2

1. В каких областях техники используются паровые турбины и какие они имеют преимущества, по сравнению с другими тепловыми двигателями?
2. В чем принципиальное различие турбин активного и реактивного типа?
3. Кто является изобретателем основных типов паровых турбин?
4. Что представляет собой паротурбинный агрегат?
5. В чем преимущества регенеративного цикла Ренкина (по КПД и экономичности)?
6. Приведите закономерности расширения пара в суживающихся и расширяющихся соплах.

7. Каковы особенности расширения пара в косом срезе сопла?
8. Опишите суживающиеся и расширяющиеся сопла с косым срезом и процесс расширения в них пара в  $h-s$ -диаграмме.
9. Как определяется расход пара через сопло?
10. Опишите турбины с реактивностью на рабочих лопатках и их тепловой процесс в  $h-s$ -диаграмме.
11. Какие требования предъявляются к конструкции проточной части турбин с реактивностью на рабочих лопатках?
12. Опишите реактивные турбины, особенности их конструкций и тепловой процесс на ее ступенях.
13. Приведите алгоритм построения треугольников скоростей.
14. Как определяются внутренние потери и наносятся на  $h-S$  – диаграмму процесса расширения пара?
15. Что такое относительный лопаточный КПД ступени?
16. Что такое относительный внутренний КПД ступени?
17. Из каких уравнений определяются размеры сопел и лопаток?
18. Как строится тепловой процесс многоступенчатой турбины в  $h-S$  диаграмме?
19. Что такое коэффициент возврата теплоты?
20. Предельные мощности турбины и обоснования их конструктивного выполнения.
21. С какой целью используются схемы канализации пара?
22. Опишите принципиальную тепловую схему турбоустановки с регенеративными отборами пара и деаэратором, и изобразите ее тепловой процесс в  $h-s$ -диаграмме.
23. В чем преимущество турбин с отборами пара на регенерацию?
24. Привести схему и алгоритм расчета ПТУ с регулируемым отбором пара.
25. Привести схему и алгоритм расчета ПТУ с противодавлением.
26. Какие применяются схемы парораспределения, их преимущества и недостатки?
27. Как распределяются давление и расход пара в ступенях турбины при переменном режиме работы?
28. Как изменяется давление пара в ступенях турбины при уменьшении расхода пара через нее?
29. Какие схемы регулирования применяются в турбинах? Их назначение?
30. Как осуществляется регулирование мощности турбин?
31. Что такое синхронизатор и для чего он используется?
32. Как строится статическая характеристика регулирования и ее показатели?
33. Что такое осевое давление в реактивной турбине? Способы уравнивания осевого давления.
34. Какое значение имеют защитные устройства, применяемые в паровых турбинах.
35. Какие схемы автоматической защиты используются на турбинах?
36. В чем заключаются особенности параллельной работы турбин?
37. Для чего применяется система маслоснабжения турбин?
38. Перечислите турбостроительные заводы России, изготавливающие стационарные тепловые турбины.
39. Расшифруйте обозначение турбины ПТ-60/80-12,8/1,3-2.
40. Приведите алгоритм выбора паровой турбины.
41. Каково назначение и состав конденсационной установки?
42. Опишите конструкцию и принципиальные схемы конденсационных устройств. Какие типы конденсаторов вам известны? Дайте их краткую характеристику.

43. От чего зависит давление в конденсаторе?
44. Привести особенности конструкций конденсаторов.
45. Какое значение имеют анкерные распорные связи в конденсаторах поверхностного типа?
46. Укажите способы крепления конденсаторных трубок. Какими средствами добиваются их безупречной плотности?
47. Почему охлаждающие трубки в конденсаторах, в пределах пучка, располагаются по определенному способу и для чего это делается?
48. Опишите конденсаторы с встроенными теплофикационными пучками и принцип их работы.
49. Какие расчеты выполняются при проектировании конденсаторов?
50. Как и с помощью чего создается разрежение в паровом пространстве конденсатора?

### Раздел 3

1. Какие преимущества и недостатки у двигателей внутреннего сгорания?
2. По каким признакам классифицируются двигатели внутреннего сгорания?
3. Чем отличаются устройство и принцип работы двухтактных двигателей от четырехтактных?
4. Какие имеются способы повышения мощности двигателей внутреннего сгорания?
5. Какие сорта топлива применяются для дизелей и какие - для карбюраторных двигателей?
6. Что характеризует октановое число топлива?
7. Назовите существующие циклы двигателей внутреннего сгорания и укажите, какие типы двигателей работают по каждому из этих циклов.
8. Что такое детонация, и как она влияет на работу двигателя?
9. Какие процессы происходят с рабочим телом при работе двигателя?
10. Как определяется температура конца пламенного сгорания в цилиндре двигателя внутреннего сгорания?
11. Что называется средним индикаторным давлением, и как оно определяется?
12. Что называется индикаторной и эффективной мощностями двигателя, и как они определяются?
13. Какими коэффициентами полезного действия оценивается экономичность работы двигателя, и как они определяются?
14. Из каких составляющих складывается тепловой баланс двигателя внутреннего сгорания.
15. Из каких систем и узлов состоят двигатели внутреннего сгорания?
16. Опишите систему топливоподачи дизелей.
17. Как регулируется количество подаваемого топлива в камеру сгорания дизеля?
18. Чем отличается закрытая форсунка от открытой?
19. Как осуществляется смесеобразование в дизелях?
20. Опишите систему питания карбюраторных двигателей.
21. Опишите систему зажигания карбюраторных и газовых двигателей.
22. Опишите систему смазки двигателей.
23. Опишите систему охлаждения двигателей.
24. Опишите устройство воздушного фильтра.
25. Опишите работу газораспределительного механизма четырехтактного двигателя.

26. Как устроены турбопоршневые двигатели?
27. Назовите основные характеристики двигателей внутреннего сгорания. Что они выявляют?
28. Опишите скоростную характеристику двигателя при работе с предельным регулятором.
29. Опишите характеристику двигателя при работе с двухрежимным и всережимным регуляторами.
30. Каким образом получают характеристики двигателей?

## 6.2. Примеры задач для контрольных работ

Задача 1. В паропроводе перед турбиной протекает пар с давлением 3,4 МПа и температурой 350 °С. Какой пар по состоянию протекает по паропроводу?

Задача 2. Определить состояние пара в конце процесса расширения, располагаемый и использованный теплоперепады турбины, если параметры пара  $p_0 = 10$  МПа,  $t_0 = 510$  °С,  $p_k = 5$  кПа и  $\eta_{oi} = 0,85$ . Определить термический КПД турбоустановки.

### Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) «Паротурбинные, газотурбинные и парогазовые установки» и проводится в форме зачета.

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ДПК-011-5 Способен анализировать показатели работы газо-и паротурбинного оборудования ТЭС, проводить оптимизацию режимов работы, вести техническую документацию</b>		
ДПК-011-5.1	Изучает режимы работы газо-и паротурбинного оборудования ТЭС, выявляет причины повреждений	<p style="text-align: center;"><i>Перечень вопросов к зачету</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация паровых турбин.</li> <li>2. Схемы, циклы и термический КПД паротурбинных установок.</li> <li>3. Особенности расширения пара в соплах паровых турбин.</li> <li>4. Особенности расширения пара в косом срезе сопла.</li> <li>5. Определение расхода пара через сопло.</li> <li>6. Закономерности преобразования энергии парового потока на рабочих лопатках.</li> <li>7. Потери в клапанах, соплах и на рабочих лопатках паровой турбины.</li> <li>8. Потери с выходной скоростью, на трение дисков, вентиляцию и выколачивание.</li> <li>9. Потери через внутренние зазоры, от влажности пара и в выпускном патрубке.</li> <li>10. Внутренние и внешние потери, КПД промежуточной ступени турбины.</li> <li>11. Определение размеров сопел и лопаток турбины.</li> <li>12. Особенности профилирования длинных лопаток.</li> <li>13. Тепловой процесс в многоступенчатой турбине.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		14. Тепловые схемы канализации пара и их применение. 15. Особенности проектирования паровых турбин. 16. Режимы работы паровых турбин. 17. Параметры в ступенях турбин при переменном режиме. 18. Регулирование паровых турбин (центробежный регулятор, синхронизатор). 19. Статические характеристики регулирования паровых турбин. 20. Особенности параллельной работы паровых турбин.
ДПК-011-5.2	Разрабатывает методы повышения эффективности работы газо-и паротурбинного оборудования ТЭС	<p style="text-align: center;">Перечень практических задач</p> Задача 1. Определить удельный расход условного топлива в г/(кВт·ч) при КПД энергоблока, равном 38 %. Задача 2. Определить основные размеры проточной части промежуточной ступени турбины и построить для нее треугольники скоростей по следующим данным: $p_0 = 4$ МПа; $t_0 = 410$ °С; $p_2 = 3,37$ МПа; $c_0 = 40$ м/с; расход пара через ступень $G = 100$ кг/с; частота вращения $n = 50$ Гц. Задача 3. Найти предельную мощность однопоточной турбины конденсационного типа без отборов пара на регенерацию по следующим данным: $p_0 = 9,0$ МПа; $T_0 = 808$ К; $p_2 = 0,004$ МПа и $n = 3000$ об/мин. Принимаем $u = 330$ м/с; $\xi_B = 2,5$ %; $\vartheta = 2,8$ ; $\eta_{oi} = 0,82$ ; $\eta_m = 0,99$ ; $\eta_r = 0,98$ . Из $i$ - $S$ -диаграммы находим $H_0 = 1429$ кДж/кг и $v_2 = 31,0$ м <sup>3</sup> /кг. Предельная мощность турбины по (79) $N_{э,пр} \approx 48$ МВт.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

На оценку «зачтено» – обучающийся демонстрирует от высокого до порогового уровня сформированности компетенций:

- всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно

оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

На оценку **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач; обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.