Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра тепловых электрических станций

Паспорт
курсового проекта

по дисциплине «Турбины тепловых электрических станций и атомных электрических станций», 6 семестр

1. **Методика оценки.**

Выполнение курсовой проекта (далее – КП) является обязательным видом самостоятельной работы студента по дисциплине, предусмотренным учебным планом.

Основной целью выполнения КП является формирование компетенций и соотнесенных с ними знаний/умений по дисциплине «Турбины тепловых электрических станций и атомных электрических станций», 6 посредством закрепления, углубления и обобщения знаний, полученных студентами за время теоретического обучения и прохождения практик, а также выработка навыков самостоятельного применения знаний и навыков для творческого решения конкретных задач. Выполнение курсовой работы должно способствовать подготовке их к решению более сложной задачи - выполнению выпускной квалификационной работы.

Задачами выполнения курсовой работы является овладение студентами рациональными приёмами сбора, обработки, систематизации информации, применения компьютерных технологий в области проектирования турбин, применения нормативно-законодательной базы и умения оценивать эффективность реализуемых проектов и программ в региональной социально-экономической политике.

Тематика КП соответствует профилю (направленности) подготовки, формируется преподавателями в начале семестра и утверждаются заведующим кафедрой Количество тем КП достаточно для обеспечения, каждого обучающегося.

Выполнение студентами КП начинается с ознакомления с примерной тематикой. Закрепление тем КП за студентами и назначение руководителей производится распоряжением заведующего кафедрой.

Курсовая проект выполняется индивидуально.

Структура курсовой проекта:

1. Титульный лист (см. приложение)
2. Введение.
3. Процесс расширения пара в турбине.
4. Ступень скорости.
5. Первая активная ступень.
6. Последняя ступень.
7. Ротор.
8. Заключение.
9. Список литературы и источников.

Во введении представлена общая информация и исходные данные для проектирования.

Глава 1 Построение процесса расширения пара.

Глава 2 Расчет ступени скорости.

Глава 3 Расчет первой ступени.

Глава 4 Расчет последней ступени.

Глава 5 Эскиз ротора.

Заключение: изложение общего вывода по изученной проблеме и предлагаемых

рекомендаций.

Список литературы оформляется в соответствии с библиографическими требованиями в алфавитном порядке и включает от 1 до 10 источников (книг, статей разных авторов, интернет-источников, документов), которые были изучены при выполнении работы..

Требования к оформлению:

Объем КП до *70* страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 14. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. КП должен быть отредактирован, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Законченный курсовой проект предоставляется для проверки в электронном виде в срок, установленный преподавателем. Преподаватель оценивает качество КП с учетом теоретического и практического содержания, достижения ее целей и задач.

Курсовой проект проверяется руководителем работы, который дает письменное заключение по работе — рецензию.

Если при выполнении КР (КП) были допущены ошибки, то работа возвращается студенту для исправления выявленных недочетов и затем вновь предоставляется руководителю для проверки. При положительном результате оценивания студент распечатывает работу, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита КП проходит публично перед группой студентов или индивидуально.

По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Уровни сформированности компетенций и критерии оценки

В соответствии с балльно-рейтинговой системой НГТУ курсовой проект дисциплине «Турбины тепловых электрических станций и атомных электрических станций», 6 имеет максимальную оценку 100 баллов.

Курсовой проект выполнен **на продвинутом** уровне, если:

- он выполнен в полном соответствии с заданием, отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, текстовая часть оформлена с соблюдением установленных правил;
- руководитель характеризует деятельность студента положительно (в частности, отмечает его инициативу, самостоятельность, систематичность работы на всех этапах выполнения работы);
- в докладе исчерпывающе, последовательно, четко и логически правильно изложена суть работы и ее основные результаты;
- студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании;
- в докладе суть работы и ее основные результаты представлены исчерпывающе, последовательно, четко и логически правильно; на все вопросы студент дал обстоятельные и аргументированные ответы, убедительно защищал свою точку зрения;
- компетенции и соотнесенные с ними знания/умения, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовой проект сформированы в полном объеме.

Оценка за выполнение составляет *100-87 баллов.*

Курсовой проект выполнен на **базовом** уровне, если:

- соответствует заданию, отличается глубиной проработки всех разделов содержательной части, текстовая часть оформлена с соблюдением установленных правил;

- руководитель характеризует деятельность студента положительно, но с незначительными замечаниями;
- в докладе правильно изложена суть работы и ее основные результаты;
- студент достаточно твердо усвоил теоретический материал и может самостоятельно его применять;
- в докладе суть работы и ее основные результаты представлены полно; на все вопросы студент дал ответы, но их полнота и аргументированность недостаточны;
- компетенции и соотнесенные с ними знания/умения, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовая проект сформированы с небольшими пробелами и соответствуют базовому уровню.

Оценка за выполнение составляет *86-73 балла*.

Курсовой проект выполнен **на пороговом** уровне, если:
- выполнена в основном правильно, но без необходимой проработки некоторых разделов;
- в докладе упущены некоторые принципиальные моменты содержательной части работы;
- в докладе представлены суть работы и ее основные результаты; ответы на вопросы вызвали существенные затруднения;
- компетенции и соотнесенные с ними знания/умения, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовая работ проект сформированы с пробелами и соответствуют пороговому уровню.

Оценка за выполнение составляет *72-50 баллов.*

Курсовой проект считается **не выполненным,** если студентом не проработаны важные разделы исследования, допущены принципиальные ошибки, не исправленные после замечаний руководителя курсовой КР (КП). Студент не допущен к защите. компетенции и соотнесенные с ними знания/умения, закрепленные за дисциплиной, по которым выполняется курсовая проект не сформированы.
Оценка составляет *менее 49 баллов*.

3. Шкала оценки.

В общей оценке по дисциплине баллы за проект учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Курсовой проект по дисциплине считается успешно выполненным, если сумма полученных баллов составляет от 100 до 50 баллов включительно.

Оценка за выполнение КП является частью общей оценки по дисциплине «Турбины тепловых электрических станций и атомных электрических станций», 6 и учитывается с коэффициентом 30 баллов в соответствии с правилами аттестации по дисциплине.

4. Примерный перечень тем курсового проекта

1. Расчет одноцилиндровой конденсационной турбины мощностью 4 МВт.
2. Расчет одноцилиндровой конденсационной турбины мощностью 10 МВт.
3. Расчет одноцилиндровой конденсационной турбины мощностью 50 МВт.

5. Примерный перечень вопросов к защите курсового проекта

Часть 1, 2

1. С чем связаны потери давления на входе в турбину?
2. Как определить располагаемый теплоперепад на турбину?
3. От чего зависит располагаемый теплоперепад на турбину?
4. Почему теплоперепад ступени скорости больше, чем у остальных ступеней?

5. Как и почему меняется теплоперепад каждой ступени по мере расширения проточной части турбины?
6. Каково назначение нерегулируемых отборов?
7. От каких факторов зависит количество нерегулируемых отборов?
8. В каком случае и с какой целью совмещают отборы на деаэратор и один из подогревателей?
9. Как обеспечивается необходимое давление деаэрации в случае совмещения отборов?
10. Охарактеризовать схему регенерации (по рисунку).
11. Пояснить принципы расчета количества отбираемого пара в R-подогреватели.
12. В чем заключается принцип условного разбиения турбины на отсеки?
13. Для чего следует разбивать турбину на отсеки?
14. Почему H_0 состоит (строится) из трех частей?
15. Что означает η_{0i} отсека, турбины?
16. Как меняется η_{0i} отсека по мере расширения проточной части турбины?
17. Охарактеризовать схему проточной части турбины (по рисунку).
18. Что такое $\left(\frac{u}{c_ф}\right)_{опт}$?
19. В чем физический смысл поправочного коэффициента ($k_{\frac{u}{c}}$) на отклонение отношения скоростей $\frac{u}{c_ф}$ от оптимального значения?
20. В чем физический смысл потерь $\xi_{в.с}$?
21. Как при расчетах η_{0i} отсека (турбины) учитываются потери процесса расширения?
22. Как определить средний удельный объем пара в отсеке (ступени) турбины?
23. Как определить располагаемый теплоперепад в отсеке турбины?
24. Как определить число ступеней в турбине?
25. Почему процесс расширения пара в турбине строят поэтапно: сначала по изоэнтропе, затем с учетом потерь при расширении и с выходной скоростью?
26. Охарактеризовать каждый этап построения процесса расширения турбины в *h,s*-диаграмме.
27. Почему средняя часть процесса расширения пара в турбине имеет больший угол наклона?
28. Меняются ли параметры пара в регенеративных отборах на разных этапах построения процесса расширения?
29. Какие принципы лежат в основе определения точки $p_{ВП}$ (начало влажнопарового отсека)?
30. Какие инструменты применены при определении термодинамических свойств рабочего тела в любой части процесса расширения?
31. Какие основные допущения приняты при построении реального процесса расширения пара?
32. Какие основные допущения приняты при определении внутреннего относительного КПД турбины $\eta_{0i}^{т}$?
33. Почему внутренний относительный КПД отсеков турбины различен?
34. Почему внутренний относительный КПД последнего отсека (ступени) турбины меньше, чем предыдущего?

Часть 3

35. Какими соображениями руководствуются, когда принимают средний диаметр первой ступени (ступени скорости)?
36. Почему у первой активной ступени диаметр меньше, чем у ступени скорости?
37. Каково назначение сопловой, поворотной и рабочей решеток?
38. Что означает степень парциальности *e*?
39. Как определить располагаемый теплоперепад ступени от параметров торможения?
40. Что означает фиктивная скорость $c_ф$?
41. Какими соображениями руководствуются, принимая степень реактивности для двухвенечной ступени скорости?
42. Как при помощи реактивности определить располагаемый теплоперепад на соплах и решетках ступени?
43. Как в расчете определяют давление за сопловой/рабочей решетках?
44. С какой целью в расчете определяют число Маха?
45. Назовите типы профилей, выпускаемых промышленностью?
46. Как тип профиля связан со скоростью потока?
47. Какие показатели характеризуют режим течения в решетках?
48. Поясните как определяют выходную площадь решетки?
49. В чем физический смысл коэффициента расхода (μ)? Какие значения он может принимать?

50. Как осуществить выбор профиля сопловой решетки? Пояснить.
51. Как осуществить выбор профиля поворотной решетки? Пояснить.
52. Каково назначение бандажных колец?
53. В чем физический смысл потерь $\Delta h_{вс}$, $\Delta h_{тр}$?
54. Охарактеризовать процесс расширения пара в двухвенечной ступени скорости по *hs*-диаграмме.
55. Как определить теоретическую скорость на выходе из сопловой/рабочей решетки?
56. Как определить действительную скорость на выходе из сопловой/рабочей решетки?
57. Охарактеризовать треугольники скоростей.
58. Охарактеризовать эскиз ступени скорости.
59. Как степень парциальности (e) влияет на число каналов решетки (z)?
60. От чего зависит коэффициент профильных потерь ξ=0,04…0,12?
61. Чем реальный процесс расширения отличается от изоэнтропийного?
62. Как учитывается поправка на отклонение в косом срезе?
63. Как определить высоту лопаток для двухвенечной ступени скорости?
64. Как изменяется степень парциальности по мере продвижения по проточной части?
65. Какие необходимо знать параметры для выбора сопловой/поворотной/рабочей решеток?
66. Что означает обозначения профиля Р 23 14 А ?
67. Что означает обозначения профиля С 90 12 Б?
68. Хорда профиля – это что?
69. Относительный шаг профиля – это что?
70. Что такое скелетный угол?
71. Как определить потерю энергии Δh на решетке?
72. Почему необходимо стремиться к тому, чтобы угол выхода (α_2') был равен 90°?
73. Что характеризует потеря с выходной скоростью?
74. Что характеризуют потери на трение и от парциальности?
75. Как определить внутренний относительный КПД ступени?
76. Как определить внутреннюю мощность ступени?
77. С учетом каких характеристик на эскизе построены профили лопаток ступеней?
78. Дать пояснения по эскизу ступени.
79. Как определить ширину диска при помощи эскиза?
80. Какие введены упрощения при расчетах решеток?

Часть 4

81. Какие значения $\left(\frac{u}{c_ф}\right)$ рекомендуют для активных ступеней?
82. Как связаны $\left(\frac{u}{c_ф}\right)$ с окружной скоростью u?
83. Как меняется окружная скорость по мере продвижения по проточной части?
84. Пояснить процесс расширения пара в первой нерегулируемой ступени в *hs*-диаграмме.
85. Как определить потери в соплах для первой активной ступени?
86. Как определить действительную скорость выхода из сопловой/рабочей решетки для первой активной ступени?
87. Поясните треугольники скоростей для первой нерегулируемой ступени?
88. Какие характеристики учитывают при определении площади сечения решетки?
89. С какой целью определяют площадь сечения решетки?
90. Какое ограничение существует для высоты лопаток?
91. Какие приемы можно применить для увеличения высоты лопаток первой активной ступени?
92. Что означает понятие активность/реактивность ступени?
93. Что означает понятие «перекрыша»?
94. Почему в рамках одной ступени высота рабочих лопаток больше, чем сопловых?
95. Как обеспечивается «безударность» входа потока рабочего тела в ступень?
96. Что означает индекс «к» в аббревиатуре профиля?
97. Как при помощи треугольника скоростей определить угол выхода потока и его скорость?
98. Почему необходимо стремиться к тому, чтобы угол выхода α_2 приближался к 90°?
99. Как при помощи атласа выбрать профиль сопловой/рабочей решетки?
100. В чем физический смысл потерь с выходной скоростью?

Часть 5, 6, 7

101. Что является исходными данными для расчета последней ступени отсека перегретого пара?
102. С какой целью в проекте выполняют расчет последней ступени отсека перегретого пара?
103. Каким образом меняется средний диаметр ступени в турбине?
104. Как соотносится теплоперепад на последней ступени с предшествующими?
105. Что такое параметры торможения?
106. Что такое критическое истечение?
107. Что означает ометаемая площадь?
108. С какой целью расчет последней ступени ведется по трем сечениям?
109. Как ведут расчет ступени в реальных (не учебных) задачах проектирования? Что при этом необходимо учитывать?
110. Из каких соображений в расчетах принимают скорость входа в последнюю ступень?
111. Как определяют высоту лопаток последней ступени?
112. Поясните процесс расширения пара в *hs*-диаграмме для последней ступени турбины.
113. Как меняется число М по высоте лопаток последней ступени?
114. Зачем нужна крутка лопаток последних ступеней?
115. Как меняется реактивность по высоте лопаток последней ступени?
116. Поясните треугольники скоростей для последней ступени.
117. Что означают углы входа и выхода?
118. Что означает угол выхода β_2 из рабочей решетки?
119. Поясните профили крутки для лопаток последней ступени.
120. Как меняется число лопаток на ступенях по мере продвижения по проточной части?
121. С какой целью необходимо знать минимальный момент сопротивления профиля (W_{min})?
122. Каково назначение расчета на прочность лопаток?
123. Почему внутренний относительный КПД последней ступени ниже, чем у предыдущих?
124. Какие усилия действуют на лопатку?
125. Поясните физический смысл изгибающих напряжений.
126. Поясните физический смысл центробежных усилий, действующих на лопатку.
127. Из каких соображений определяют минимальное допускаемое напряжение?
128. Как осуществить выбор материала лопатки?
129. Что необходимо учитывать при выборе материала лопатки?
130. При прочих равных, какому металлу следует отдавать предпочтение?

Часть 8, 9

131. Охарактеризуйте каждую зависимость на характеристике проточной части турбины.
132. Поясните эскиз ротора.
133. Обоснуйте решения по выбору дисков, размерам.
134. В чем физический смысл критической частоты вращения?
135. В каких диапазонах обычно находится первая критическая частота вращения?
136. В чем опасность критической частоты вращения?
137. Как определить момент инерции ротора?
138. Что такое тепловой прогиб ротора?
139. С чем связан тепловой прогиб ротора?
140. Как минимизировать последствия теплового прогиба ротора?