



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Тракторы, автомобили и энергетические установки

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор –
проректор по учебно-
воспитательной работе, проф.
Б.Г. Зиганшин
25 апреля 2019 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДАХ
ТОПЛИВА»

(приложение к рабочей программе дисциплины)

Специальность подготовки
23.05.01 Наземные транспортно – технологические средства

Специализация подготовки
«Автомобили и тракторы»

Уровень
специалитета

Форма обучения
Очная, заочная

Год поступления обучающихся: 2019

Казань – 2019

Составитель: Аладашвили Иосиф Карлович, к.т.н., доцент

Фонд оценочных средств обсуждён и одобрен на заседании кафедры Тракторы, автомобили и энергетические установки «22» апреля 2019 года (протокол № 8)

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор _____ Хафизов К.А.

Рассмотрен и одобрен на заседании методической комиссии Института механизации и технического сервиса «24» апреля 2019 г. (протокол № 9)

Пред. метод. комиссии, к.т.н., доцент _____ Лукманов Р.Р.

Согласовано:
Директор Института механизации
и технического сервиса
д.т.н., профессор

Яхин С.М.

Протокол ученого совета Института механизации и технического сервиса
№ 8 от 25 апреля 2019 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОПОП специалиста по специальности обучения 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Энергетические установки на альтернативных видах топлива»:

Таблица 1.1 – Требования к результатам освоения дисциплины

Код компетенции	Этапы освоения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПСК - 1.9 способностью осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных автомобилей и тракторов и их технологического оборудования	Второй этап	Знать: особенности устройства и обслуживания энергетических установок на альтернативных видах топлива
		Уметь: осуществлять контроль за параметрами технологических процессов эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива
		Владеть: навыками по осуществлению контроля эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Таблица 2.1 – Показатели и критерии определения уровня сформированности компетенций

Компетенция, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3	4	5
ПСК – 1.9 способностью осуществлять контроль за параметрами технологических процессов производства и эксплуатации наземных автомобилей и тракторов и их технологического оборудования <i>Второй этап</i>	Знать: особенности устройства и обслуживания энергетических установок на альтернативных видах топлива	Отсутствуют представления об особенностях устройства и обслуживания энергетических установок на альтернативных видах топлива	Неполные представления особенностей устройства и обслуживания энергетических установок на альтернативных видах топлива	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об особенностях устройства и обслуживания энергетических установок на альтернативных видах топлива	Сформированные систематические представления об особенностях устройства и обслуживания энергетических установок на альтернативных видах топлива
	Уметь: осуществлять контроль за параметрами технологических процессов эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	Не умеет осуществлять контроль за параметрами технологических процессов эксплуатации установок на альтернативных видах топлива	В целом успешно, но не систематически умеет осуществлять контроль за параметрами технологических процессов эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении осуществлять контроль за параметрами технологических процессов эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	Сформированное умение осуществлять контроль за параметрами технологических процессов эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива

	Владеть: навыками по осуществлению контроля эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	Не владеет навыками по осуществлению контроля эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по осуществлению контроля эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении навыками по осуществлению контроля эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива	Успешное и систематическое применение навыков по осуществлению контроля эксплуатации энергетических установок на альтернативных видах топлива
--	---	---	---	--	---

Описание шкалы оценивания

1. Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

2. Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», т.е. проявившему знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе на экзамене, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

3. Оценка «хорошо» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать» и «уметь», проявившему полное знание программного материала по дисциплине, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

4. Оценка «отлично» ставится студенту, овладевшему элементами компетенции «знать», «уметь» и «владеть», проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

5. Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

6. Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

4

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Примерные вопросы к промежуточной аттестации

1. Энергетика и общество. Структура мирового энергетического баланса.
2. Топливо – энергетические ресурсы и их использование.
3. Структура топливного баланса России.
4. Твёрдое, жидкое и газообразное топливо.
5. Подготовка топлива к сжиганию. Сухая перегонка твердого топлива.
6. Классификация двигателей и энергетических установок.
7. Паротурбинная установка.
8. Газотурбинная установка.
9. Тепловые турбомашин.
10. Решетки турбомашин.
11. Рабочий процесс в ступенях паровых и газовых турбин. Степень парциальности.
12. Внутренний относительный кпд.
13. Рабочий процесс многоступенчатых паровых и газовых турбин.
14. Паровые турбины – особенности конструкции. Схемы роторов.
15. Газотурбинные установки.
16. Паротурбинные установки на органическом топливе.
17. Регенеративные отборы пара.
18. ГТУ замкнутого цикла.
19. Комбинированные установки.
20. Принципиальные схемы парогазовых и газопаровых установок.
21. Ядерный реактор в комбинированных установках.
22. Солнечная энергоустановка.
23. Проблемы развития энергетических машин.
24. Основные потребители тепловой и электрической энергии.
25. Тепловые электрические станции (ТЭС).
26. Электростанции с комбинированной выработкой тепла и электроэнергии (ТЭЦ).
27. Оценочные показатели эффективности энергетических машин.
28. Энтропийный и эксергетический анализ.
29. Эксергетические и энтропийные диаграммы энергетических машин и установок.
30. Термодинамика получения холода.
31. Холодильные машины.
32. Термостатирование.
33. Тепловые насосы.
34. Отопление.
35. Вентиляция (естественная, вынужденная).
36. Кондиционирование воздуха.
37. Холодильные машины и их принципы действия.
38. Циклы холодильных машин.
39. Процессы получения холода в циклах сжатия газа и его охлаждения.
40. Предварительное охлаждение.
41. Принцип детандирования.
42. Процесс выхлопа.
43. Процесс энергетического разделения.

44. Термодинамическое совершенство реальных холодильных машин и криогенных установок.
45. Криостатирование.
46. Охлаждение и ожигение газов.
47. ГТУ ОАО НПО «Сатурн».
48. Влияние работы энергетических установок на окружающую среду.
49. Пути повышения эффективности энергоустановок.

критерии оценивания компетенций (результатов)

Оценка за ответы складывается из следующих показателей:

- твердое систематизированное знание материала;
- точность, четкость и развернутость ответов студента на вопросы;
- логика изложения материала;
- умение самостоятельно мыслить и правильно делать выводы;
- использование соответствующей терминологии, стиля изложения;

описание шкалы оценивания

Ответы оцениваются на «зачтено», «не зачтено». «Зачтено» выставляется, если ответы соответствуют большинству из перечисленных выше критериев.

Контрольные вопросы для промежуточного контроля

1. Уравнение первого начала термодинамики для потока (уравнение энергии).
2. Работа проталкивания и техническая работа.
3. Уравнение Бернулли.
4. Сопло и диффузор.
5. Истечение газа из суживающегося сопла.
6. Кризис течения.
7. Критическая скорость и критические параметры.
8. Адиабатное течение в сопле. Скорость и расход газа при адиабатном истечении.
9. Уравнение обращения воздействия Вулеса.
10. Расчет истечения пара из суживающегося сопла.
11. Сопло Лавалия. Расчет сопла Лавалия для идеального газа.
12. Расчет истечения водяного пара из суживающегося сопла и сопла Лавалия с помощью таблиц и i,s -диаграммы.
13. Газодинамические функции для изэнтропного течения.
14. Дросселирование. Эффект Джоуля–Томсона. Температура инверсии.
15. Изображение процесса дросселирования в i,s -диаграмме.
16. Практическое применение дроссель эффекта.
17. Поршневой компрессор. Принцип действия. Работа сжатия в компрессоре.
18. Вредное пространство и его влияние на работу компрессора.
19. Многоступенчатый компрессор и его рабочий процесс.
20. P,V и T,S -диаграммы одноступенчатого и многоступенчатого компрессора.
21. Циклы поршневых двигателей (ДВС).
22. Циклы газотурбинных двигателей.
23. Циклы ВРД.
24. Цикл Ренкина и его анализ.
25. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина.
26. Паровая и газовая турбина.
27. Относительный внутренний и относительный эффективный КПД паровой турбины.
28. Изображение цикла Ренкина в P,V ; T,S и i,s -диаграммах.

29. Пути повышения экономичности паросиловых установок; регенеративный подогрев питательной воды; промежуточный подогрев пара.
30. Комбинированные циклы. Парогазовые и газопаровые циклы.
31. Основы теплофикации.
32. Циклы установок с МГД - генераторами.
33. Понятие о циклах атомных силовых установок.
34. Циклы холодильных машин. Их термодинамический анализ.
35. Воздушно-компрессорная холодильная машина.
36. Холодильный коэффициент. Холодопроизводительность.
37. Парокомпрессорная холодильная машина.
38. Термодинамика парокомпрессорной холодильной машины.
39. Хладагенты и их характеристики.
40. Абсорбционная холодильная машина.
41. Пароэжекторная холодильная машина.
42. Сжижение газов. Цикл Линде. Цикл Клодта и Капицы.
43. Термотрансформаторы и термодинамические основы их работы.
44. Глубокое охлаждение. Криогеника.
45. Схема и принцип работы турбины.
46. Ступени турбины. Процессы в сопловом аппарате и в каналах рабочего колеса.
47. Треугольники скоростей, формула Эйлера.
48. Активная и реактивная ступени давления, степень реактивности.
49. Степень скорости.
50. Изменение скорости и давления пара по длине различных ступеней.
51. Отношение скоростей U/C_1 и его влияние на КПД ступени.
52. Объясните необходимость в многоступенчатых турбинах.
53. Относительные и абсолютные КПД паровых турбин; тепловой баланс.
54. Конденсатор и его тепловой баланс, кратность охлаждения.
55. Области применения и перспективы развития паровых турбин.
56. Многоступенчатые паровые турбины, регулирования мощности.
57. Характерные параметры турбин.
58. Понятие о предельной мощности турбины.
59. Схемы и основные элементы ГТУ.
60. Выбор степени повышения давления в компрессоре ГТУ по максимуму удельной работы и по максимуму КПД.
61. Дайте определение эффективному КПД ГТУ. Как влияет на него температура газа перед турбиной.
62. Приведите значения характерных параметров современных ГТУ.
63. Укажите области применения ГТУ с регенерацией тепла.
64. Изобразите современные схемы ГТУ с регенерацией тепла.
65. Изобразите T,S и i,s -диаграммы ГТУ с регенерацией тепла.
66. Нарисуйте схему замкнутого цикла ГТУ и укажите на его достоинства и недостатки.
67. Парогазовые установки. Схема с высоконапорным парогенератором.

Задачи для самопроверки

1. Смесь, состоящая из 2 кг азота и 18 кг водорода, имея начальные параметры – давление $P_1=5$ МПа и температуру 27°C , расширяется при постоянном давлении до объема $V_2=xV_1$, где $x=3,5$, а затем она расширяется в политропном процессе $PV^n=\text{const}$ до объема $V_3=xV_2$.

Определить газовую постоянную смеси, её начальный объём V_1 , плотность при нормальных условиях, параметры смеси в состояниях 2 и 3, изменение внутренней энергии, энтальпии, энтропии, тепло и работу расширения в процессах 1-2 и 2-3. Изобразить процессы в P, V и T, S – диаграммах. C_v и C_p считать постоянными и взять из таблиц.

2. Водяной пар с начальными параметрами $P_1 = 5$ МПа и степени сухости $x = 0,9$, нагревается при постоянном давлении до температуры $t_2 = 300^\circ\text{C}$, затем дросселируется до давления $P_3 = 1,4$ МПа. При P_3 пар подается в сопло Лавала, где расширяется до давления $P_4 = 5$ кПа. Используя i, s – диаграмму водяного пара определить:

– количество тепла, подведенного в процессе 1-2;

– изменение внутренней энергии и энтропии, а также конечные параметры и скорость на выходе из сопла Лавала, параметры пара и скорость в критическом сечении сопла, а также расход пара в процессе изэнтропного расширения 3-4, если известна площадь минимального сечения сопла $f_{\min} = 60 \text{ см}^2$.

3. Для экспериментов необходимо иметь расход G кг/с воздуха с параметрами $P_k = 20$ МПа и $t_k = t_1 = 27^\circ\text{C}$ – температура окружающей среды. Рассчитать многоступенчатый компрессор (без учета трения и вредного пространства): определить количество ступеней компрессора, степень повышения давления в каждой ступени, количество тепла, отведенное от воздуха в цилиндрах компрессора и в промежуточных и конечном холодильниках (при охлаждении до t_1) и мощностью привода, если давление воздуха на входе в первую ступень компрессора $P_1 = 0,1$ МПа. Допустимое повышение температуры воздуха в каждой ступени $\Delta t = 210^\circ\text{C}$, а показатель политропы сжатия $n = 1,33$.

4. Для теоретического цикла ГТУ с подводом тепла при $P = \text{const}$ определить параметры рабочего тела в характерных точках цикла, подведенное и отведенное тепло, работу и термический КПД цикла, если начальное давление $P_1 = 0,1$ МПа, начальная температура $t_1 = 27^\circ\text{C}$, степень повышения давления $\pi = 8$, температура газа перед турбиной $t_3 = 700^\circ\text{C}$. определить теоретическую мощность ГТУ при расходе воздуха $G = 100$ кг/с. Изобразить схему и цикл установки в P, V и T, S -диаграммах.

5. Пар фреона-12 при температуре $t_1 = -20^\circ\text{C}$ поступает в компрессор, где изэнтропно сжимается до давления, при котором его температура становится равной $t_2 = 15^\circ\text{C}$, а степень сухости пара $x_2 = 1$. Из компрессора фреон поступает в конденсатор, где при постоянном давлении обращается в жидкость, после чего адиабатно расширяется в дросселе до температуры $t_4 = t_1$. Определить холодильный коэффициент установки, массовый расход фреона, а также теоретическую мощность привода компрессора, если холодопроизводительность установки $Q = 300$ кВт. Изобразите схему установки и её цикл в T, S и i, S -диаграммах.

6. Рассчитать и построить в масштабе треугольники скоростей пара на входе и выходе из рабочего колеса ступени турбины по заданному давлению $P_1 = 2,0$ МПа, $t_1 = 340^\circ\text{C}$ пара перед ступенью, давлению пара за ступенью $P_2 = 1,4$, степени реактивности $\rho = 0,50$ и среднему диаметру рабочего колеса d . Построив треугольники определите (по ΔC_u) относительный КПД на лопатках ($\eta_{\text{ол}}$) в ступени. Найти давление пара в зазоре между сопловыми и рабочими лопатками и высоту выходной кромки сопловой лопатки l_c при заданном расходе пара через ступень $G = 700$ т/ч. Частота вращения турбины $n = 50 \text{ с}^{-1}$. Величины угла наклона сопловых лопаток $\alpha_1 = 20^\circ$, угла выхода из рабочего колеса $\beta_2 = 20^\circ$, коэффициентов скорости в сопловых $\varphi = 0,97$ и рабочих $\psi = 0,97$ лопатках.

7. Паровая турбина без регенерации тепла работает на дроссельном режиме. Параметры пара перед клапаном: давление $P_1 = 12$ МПа и температура $t_1 = 550^\circ\text{C}$. За клапаном давление понижается до $0,7P_1$ МПа. Определить располагаемый и действительный перепад энтальпии в турбине, её внутреннюю мощность и параметры пара (энтальпию и степень сухости) в конце расширения пара при давлении пара в конденсаторе $P_2 = 4$ МПа,

относительном внутреннем КПД $\eta_{\text{oi}} = 0,80$ и расходе пара через турбину $G = 400$ т/ч. Определить также расход охлаждающей воды и кратность охлаждения в конденсаторе, если температура воды на входе 12°C , а на выходе – на 3° ниже температуры насыщенного пара при давлении P_2 . Расчет произвести при помощи i, s -диаграммы и графически изобразить схему расчета.

8. Рассчитать и построить (в масштабе) график зависимости эффективной работы l_e и эффективного КПД η_e газотурбинной установки без регенерации тепла от степени повышения давления в компрессоре $\pi = P_2/P_1$ при постоянном значении температуры перед турбиной $t_3 = 850^\circ\text{C}$ и постоянном адиабатных КПД турбины $\eta_t = 0,9$ и компрессора $\eta_k = 0,81$. При расчетах принять температуру перед компрессором $t_1 = 17^\circ\text{C}$, теплоемкость рабочего тела $C_p = 1,05 \text{ кДж/(кг К)}$, показатель адиабаты $k = 1,35$, механический КПД ГТУ $\eta_m = 0,98$. Расчеты произвести для значений $\pi = 5, 10, 15, 20, 25$. Найти значение π_{opt} . Определить расход газа G , обеспечивающий заданную мощность ГТУ N_e и определить долю работы турбины ГТУ, затрачиваемую на привод компрессора (l_k/l_T).

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

В данном разделе ФОС приводятся виды текущего контроля и критерии оценивания учебной деятельности по каждому ее виду по семестрам, согласно которым происходит начисление соответствующих баллов.

Лекции оцениваются по посещаемости, активности, умению выделить главную мысль.

Лабораторные занятия оцениваются по самостоятельности выполнения работы, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Самостоятельная работа оценивается по качеству и количеству выполненных домашних работ, грамотности в оформлении, правильности выполнения.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Критерии оценки зачёта в тестовой форме является «зачёт», или «незачёт» Для получения соответствующей оценки на зачёте по курсу используется накопительная система балльно - рейтинговой работы студентов. Итоговый результат складывается из суммы баллов, полученных по всем разделам курса и суммы баллов полученной на зачёте

Таблица 4.1 – Критерии оценки уровня знаний студентов с использованием теста на зачёте по учебной дисциплине

Оценка	Характеристики ответа студента
Зачёт	Более 51 %
Незачёт	Менее 51 %

Оценка «зачтено» соответствует критериям оценок от «отлично» до «удовлетворительно».

Оценка «не зачтено» соответствует критерию оценки «неудовлетворительно».

Количество баллов и оценка неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично определяются программными средствами по количеству правильных ответов к количеству случайно выбранных вопросов.

Критерии оценивания компетенций следующие:

1. Ответы имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи, оценивается в 5 баллов (отлично);

2. Более 75 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом). Их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи – 4 балла (хорошо);
3. Не менее 50 % ответов имеют полные решения (с правильным ответом) Их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации – 3 балла (удовлетворительно);
4. Менее 50 % ответов имеют решения с правильным ответом. Их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и его неумении решать профессиональные задачи – 2 балла (неудовлетворительно).