

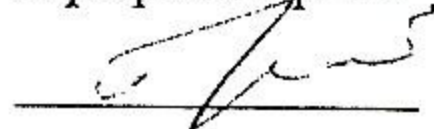
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

**«Вологодский государственный университет»
(ВоГУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

 **Тритенко А.Н.**

« 23 » 06 2014 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Основы энергосбережения в машинах и механизмах

Направление подготовки: 190600.62 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Профиль подготовки: «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочная

Факультет: заочного и дистанционного обучения

Кафедра: Безопасности жизнедеятельности и промышленной экологии

Вологда,
2014 г.

Составители рабочей программы

д.т.н., профессор
(должность, уч. степень, звание)

(подпись)

/ Александров И.К. /
(Ф. И. О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры
Протокол заседания № 10 от «16» июня 2014 г.

Заведующий кафедрой
«16» июня 2014 г.

(подпись)

/ Александров И.К. /
(Ф. И. О.)

Рабочая программа одобрена методическим советом ФПМиИТ факультета.
(к которому относится
кафедра-составитель)

Протокол заседания № 10 от «19» июня 2014 г.

Председатель методического совета

«19» июня 2014 г.

(подпись)

/ Фролов А.А. /
(Ф. И. О.)

СОГЛАСОВАНО:

Декан ФЗДО

(выпускающей специальность/направление)

«17» июня 2014 г.

(подпись)

/ Швецов А.Н. /
(Ф. И. О.)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы энергосбережения в машинах и механизмах» является приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимыми для использования инновационных технологий энергетического анализа и расчета механизмов и машин различного назначения. Дисциплина отражает основные положения нового научного направления по снижению механических потерь в механизмах и машинах.

Излагаемые в программе методы энергетического расчета машин представляют развитие классических дисциплин «ТММ» и «Детали машин» с учетом современных тенденций к использованию быстроходного привода, а также в условиях разделения потока мощности в многозвенных кинематических цепях. При этом сохраняется связь с традиционными методиками, но определяются границы использования последних.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к математическому и естественнонаучному циклу Б2 ООП ВПО, изучается на 4 курсе.

Требования к «входным» знаниям, умениям и готовности студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин, включают следующее: основы физики, основы энергосбережения в машинах и механизмах, физика и др.

знать: основы математического анализ, основы математической статистики, понятие о фрикционных силах в паре трения, принципы расчета усилий и моментов в механизмах, принципы расчета механических потерь в кинематической цепи;

владеть: методами анализа сил и моментов, действующих в механических системах;

уметь: выполнять энергетический расчет последовательной кинематической цепи;

Изучение дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» необходимо для успешного изучения следующих дисциплин: основы триботехники, теория механизмов и машин, теплотехника и др.

3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ /ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)/

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы по совершенствованию технологических процессов эксплуатации, ремонта и сервисного обслуживания транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, проводить необходимые расчеты, используя современные

технические средства (ПК-21);

уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);

владеть:

- основами методики разработки проектов и программ для отрасли, проведения необходимых мероприятий, связанных с безопасной и эффективной эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, а также выполнения работ по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; основами умений рассмотрения и анализа различной технической документации (ПК – 5).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 ЗЕТ (72 часа), в том числе в семестрах:

Семестр №	Трудоемкость					РПР, курсовая работа, курсовой проект	Форма промежуточной аттестации
	Всего		Аудиторная	СРС	Зач.		
	ЗЕТ	час.	час.	час.	час.		
4 курс	2	72	Всего – 14 лекций – 8 лабораторные - 6	58	4	контрольная работа	зачет

Распределение результатов обучения и компетенций по семестрам, темам учебной дисциплины с указанием видов учебной деятельности и их содержания, образовательных технологий, последовательности учебных недель, трудоемкости, форм текущего контроля и промежуточных аттестаций представлено в соответствующей таблице.

№ п/ п	Наименование темы	Кол-во недель	Трудоемкость							
			аудиторная работа, час				СРС, час			
			Всего	Лекция	Практ.	Лаб. раб.	Всего	Изучение мат-ла	КР, РГР, КПиКР	Текущий промежут. контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Тема: Состояние вопроса. Алгоритм решения проблемы Причины отсутствия детерминированных методик оценки энергоемкости машин. Узкая специализация научно-технических разработок, отсутствие комплексного подхода к решению проблемы. Алгоритм решения проблемы энергосбережения в машинных агрегатах на основе комплексного подхода, определяющего машину как энергетический объект, объединяющий в единое целое энергоустановку, трансмиссию и рабочий орган. Знать и понимать: - причины отсутствия детерминированных методик оценки энергоемкости; - алгоритм решения проблемы энергосбережения в механизмах и машинах.	5	2	2			10	10	выполнение контрольной работы 4 ч	
2	Тема: Критерии и методы энергетической оценки машины Требования к универсальному критерию энергетической оценки машины. Понятие об энергетическом КПД, его отличие от традиционного механического КПД. Энергетический КПД машины непрерывного действия, энергетический КПД машины периодического действия. Сопоставление балансов энергопотребления машин непрерывного и периодического. Энергетический КПД энергоустановок (электрических машин и тепловых двигателей). Знать : - основные требования к универсальному энергетическому критерию машины; - иметь понятие об энергетическом КПД машины. Уметь:		2	2			10	10		

	-проводить анализ машин непрерывного и периодического действия на основе энергетического КПД.								
3	Тема: Механические потери в простой (неразветвленной) кинематической цепи Представление о постоянных и нагрузочных потерях в передаточных механизмах (трансмиссиях). Холостой ход, влияние его на изменение механического КПД от нагрузки. Понятие о граничном значении КПД. Представление механических потерь в передаче в соответствии с законом Амонтона-Кулона. Методы энергетического расчета многозвенной кинематической цепи. Установки для определения механических потерь в передачах. Экспериментальное подтверждение принятой теоретической модели КПД. Анализ результатов экспериментального определения зависимости потерь холостого трансмиссии от ее передаточного отношения. Прогнозирование энергетической несогласованности параметров приводного двигателя с трансмиссией. Знать: - функциональные зависимости фрикционных потерь в механических трансмиссиях на основе закона Амонтона-Кулона. Владеть: - методиками энергетического расчета многозвенной (неразветвленной) кинематической цепи .	2	2			10	10		
4	Тема: Энергетический анализ сложных машин Прямая и обратная схемы расчета многозвенной кинематической цепи. Методика расчета многозвенной разветвленной кинематической цепи. Факторы, определяющие изменение энергетических характеристик разветвленной кинематической цепи. Энергетический анализ на примере трансмиссий транспортных средств. Экспериментальное определение энергетических характеристик на натурных образцах. Энергетический анализ сложных машин на основе энергоемкости и коэффициента качества рабочих органов. Особенности энергетического анализа при наличии параметра,	4	2		2	10	10		Защита отчета

	характеризующего степень загрузки рабочего органа. Энергетический анализ трансмиссий транспортных средств. Факторы, определяющие изменение энергетических характеристик разветвленной кинематической цепи. Экспериментальное определение энергетических характеристик трансмиссий на натурных образцах. Знать: - методики энергетического расчета многозвенной (разветвленной) кинематической цепи; - методы энергетического анализа сложных машин на основе энергоемкости и коэффициента качества рабочих органов. Владеть: - методикой экспериментального исследования трансмиссий натурных образцов машин.								
5	Тема: Стабилизация энергопотребления технологических процессов машин непрерывного и периодического действия Стабилизация технологического процесса за счет особой механической характеристики привода. Требования к механическим характеристикам и системам автоматического регулирования привода. Стабилизация за счет адаптации параметров трансмиссии. Стабилизация за счет адаптации параметров рабочих органов. Стабилизация энергопотребления машин периодического действия. Оценка эффективности использования энергоаккумулятора. Адаптивные трансмиссии – путь к созданию экономичных машинных агрегатов. Адаптивные гидромеханические трансмиссии. Адаптивные электромеханические трансмиссии. Адаптивные трансмиссии, запатентованные в ВоГТУ. Основные и наиболее эффективные пути снижения энергопотребления машинных агрегатов. Знать и понимать: - способы стабилизации энергопотребления технологического процесса машин непрерывного действия; - способы стабилизации энергопотребления машин	2			2	10	6		Защита отчета

	периодического действия; - конструктивные виды адаптивных трансмиссий. Уметь: - проводить оценку энергетической эффективности способов стабилизации технологических процессов.									
6	Тема: Энергетический анализ и расчет механизмов и машин на основе инновационных технологий Расчет КПД трансмиссии по гиперболической модели. Определение граничного значения КПД. Расчет входного момента по выходному моменту механической передачи. Аппроксимация экспериментальной зависимости момента сопротивления механической передачи от момента на ведущем валу. Энергетические исследования электромеханического подъемника. Исследования и расчет КПД многозвенной неразветвленной кинематической цепи. Экспериментальное определение энергетических характеристик фрагмента трансмиссии на натурном образце автомобиля. Экспериментальное определение механических потерь в шине на роликовом стенде. Обработка результатов экспериментального энергетического исследования цепочно-планчатого транспорта Уметь: - применять инновационную методику энергетического расчета механизма, учитывающую энергозатраты на его холостой ход; - использовать для расчетов программы KPD4B, KPD4C; - использовать для расчетов программы KPD1, KPD2A; - использовать для расчетов программу KPD8B. Владеть: - программой KPD3A; - методикой экспериментального определения фрикционных потерь на натурных образцах трансмиссий; - методикой экспериментального определения фрикционных потерь в шине на роликовом стенде; - методикой обработки экспериментальных энергетических исследований.		2			2	8	4		Защита отчета, зачет 4 ч
	Итого:		14	8	-	6	58	50	4	4

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля и / или промежуточной аттестации (зачета)

1. Причины отсутствия детерминированных методик оценки энергоемкости машины в целом.
2. Преимущества комплексного подхода к оценке энергоемкости машины.
3. Представление машины как энергетического объекта, объединяющего три компонента: энергоустановка, трансмиссия, рабочий орган.
4. Алгоритм решения проблемы энергосбережения на основе комплексного подхода.
5. Требования к универсальному критерию энергетической оценки машины. Понятие об энергетическом КПД машины.
6. Энергетический КПД машины непрерывного действия.
7. Энергетический КПД машины периодического действия.
8. Сопоставление балансов энергопотребления машин непрерывного и периодического действия на основе энергетического КПД.
9. Энергетический КПД энергоустановок. Энергетический КПД ДВС.
10. Определение механических потерь в ДВС.
11. Пример оценки энергетической эффективности машины на основе энергетического КПД электрифицированное транспортное средство).
12. Гиперболическая модель КПД по Левиту Г.А.
13. Определение фрикционных потерь в паре трения на основе закона Амонтона-Кулона.
14. Представление механического КПД трансмиссии как функции нагрузочного режима с учетом потерь на холостой ход.
15. Граничное значение КПД передачи.
16. Оценка достоверности экспериментальных исследований функции $M_c = f(M)$ на основе регрессионного анализа.
17. Экспериментальные исследования зависимости $M_c = f(M)$ на стандартных установках.
18. Влияние скоростного режима на величину в трансмиссии (потери на холостой ход).
19. Установка и методики определения потерь в передаче на ползучих скоростях. Два метода исследований.
20. Влияние на величину механических потерь в передаче износа и передаточного отношения.
21. Зависимость величины момента холостого хода от передаточного отношения трансмиссии (понятие об $\alpha - \beta$ - характеристике трансмиссии).
22. Согласование нагрузочного режима двигателя с энергетическими характеристиками трансмиссии.
23. Прогнозирование энергетической несогласованности параметров приводного двигателя с трансмиссией на основе $\alpha - \beta$ - характеристики.
24. Теория исследования фрикционных потерь в опорах валов на основе закона Амонтона-Кулона.
25. Установка для экспериментального определения фрикционных характеристик опор валов. Порядок проведения эксперимента.
26. Результаты экспериментальных исследований потерь в подшипниках качения и скольжения.
27. Определение фрикционных характеристик подшипников качения с использованием роликового стенда.

28. Экспериментальное определение энергетических характеристик механической трансмиссии на натурном образце (исследование трансмиссии МАЗ).
29. Энергетическое исследование подъемника-комплекта передвижных стоек.
30. Определение суммарного КПД многозвенной кинематической цепи на основе гиперболической модели КПД ее элементов (первый метод расчета).
31. Определение суммарного КПД многозвенной кинематической цепи путем вычисления глобального момента холостого хода численным методом (второй метод расчета).
32. Аналитическое обоснование величины глобального момента холостого хода (третий метод расчета).
33. Метод последовательного вычисления выходного (входного) крутящего момента в элементах кинематической цепи (четвертый метод расчета).
34. Принцип и методика расчета разветвленных кинематических цепей. Собирающее звено. Блок-схема разветвленной кинематической цепи.
35. Энергоемкость как функциональная зависимость конструктивных и режимных параметров машины.
36. Понятие о «нормальном» механизме.
37. Особенности энергетического анализа машины при наличии параметра, характеризующего степень загрузки рабочего органа.
38. Стабилизация технологического процесса за счет механической характеристики привода.
39. Стабилизация технологического процесса за счет адаптивных свойств трансмиссии.
40. Стабилизация технологического процесса за счет адаптации рабочих органов.
41. Пути повышения энергетической эффективности транспортных средств.
42. Экспериментальное определение потерь на холостой ход трансмиссий грузовых автомобилей (сопоставительный анализ).
43. Факторы, влияющие на изменение энергетических характеристик разветвленной кинематической цепи автомобилей с несколькими ведущими мостами.
44. Упрощенный метод расчета разветвленной кинематической цепи применительно к транспортным средствам.
45. Результаты энергетического анализа трансмиссий некоторых отечественных автомобилей.
46. Проблемы создания энергоэффективных транспортных средств, оборудованных ДВС.
47. Адаптивная гидромеханическая трансмиссия.
48. Адаптивная электромеханическая трансмиссия.
49. Новый метод тягового расчета транспортного средства с адаптивной характеристикой тягового электродвигателя.
50. Анализ энергетической эффективности существующих схем комбинированного привода.

5.2 Тематика контрольных работ

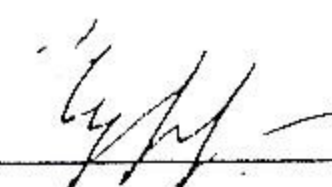
1. Алгоритм решения проблемы энергосбережения на основе комплексного подхода.
2. Определение механических потерь в ДВС.
3. Определение фрикционных потерь в паре трения на основе закона Амонтона-Кулона.
4. Установка и методики определения потерь в передаче на ползучих скоростях. Два метода исследований.
5. Определение фрикционных характеристик подшипников качения с использованием роликового стенда.
6. Энергетическое исследование подъемника-комплекта передвижных стоек.
7. Определение суммарного КПД многозвенной кинематической цепи на основе гиперболической модели КПД ее элементов (первый метод расчета).
8. Метод последовательного вычисления выходного (входного) крутящего момента в элементах кинематической цепи (четвертый метод расчета).
9. Принцип и методика расчета разветвленных кинематических цепей. Собирающее звено. Блок-схема разветвленной кинематической цепи.

10. Экспериментальное определение потерь на холостой ход трансмиссий грузовых автомобилей (сопоставительный анализ).
11. Упрощенный метод расчета разветвленной кинематической цепи применительно к транспортным средствам.
12. Новый метод тягового расчета транспортного средства с адаптивной характеристикой тягового электродвигателя.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ЛИТЕРАТУРА

Библиографическое описание по ГОСТ 7.1-2003	Количество экз. в библ. университета	Наличие литературы не кафедре и др. библиотеках
Основная:		
Ресурсы и факторы управления в энергосбережении и экологии : учебное пособие [Электронный ресурс] / В.Г. Лисиенко, Я.М. Щелоков, А.В. Лаптева, П.А. Дюгай. – Москва: МИФИ, 2011. – 200 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232082	Университетская библиотека онлайн: электронная библиотечная система	
Дополнительная:		
Александров, И.К. Энергетический анализ механизмов и машин. Теоретическое и экспериментальное обоснование принципов исследования и определения энергетических потерь в механизмах и машинах: монография / И.К. Александров. – Вологда: ВоГТУ, 2012.-244 с.	2	БОУНБ
Александров, И.К. Основные положения энергетического анализа машин: учеб. пособие/ И.К. Александров.– Вологда: ВоПИ, 1999. – 73 с.	18	
Александров, И.К. Энергетический анализ и пути снижения энергоемкости машинных агрегатов / И.К. Александров. – Вологда: Сев.-Двинское отд. инженерной академии РФ, 1993. – 198 с.	20	БОУНБ
Булатов, И.С. Пинч-технология. Энергосбережение в промышленности [Электронный ресурс] / И.С. Булатов. – СанктПетербург: Страта, 2012. – 144 с. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230433	Университетская библиотека онлайн: электронная библиотечная система	
Александров, И.К. Расчет коэффициента полезного действия механических трансмиссий с учетом нагрузочных режимов/ И.К. Александров, Вологда: ВППО, 1992. – 48 с	101	БОУНБ
Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие для технолог., инженерно-техн. и инженерно-эконом. специальностей / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин . – 2-е изд., испр. – Минск : Вышэйш. шк. , 2005 . – 294 с.	8	
Сибикин, Ю. Д. Технология энергосбережения : учебник для СПО по специальности "Машиностроение" / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин . – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М , 2006 . – 351 с.	2	
Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения : справочник : в 2 кн. . Кн. 1 / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев ; под ред. В. Г. Лисиенко . – Москва: Теплотехник , 2005 . – 688 с.	3	

Меркер, Э. Э. Энергосбережение в промышленности и эксергетический анализ технологических процессов : учеб. пособие для вузов / Э. Э. Меркер, Г. А. Карпенко, И. М. Тынников . – 4-е изд., перераб. и доп. . – Старый Оскол : ТНТ, 2010 . – 312 с.	5	БОУНБ
Самарин, О. Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность : [монография] / О. Д. Самарин . – Москва: АСВ, 2009 . – 292 с.	1	
Программное обеспечение и Интернет-ресурсы		
Университетская библиотека онлайн: электронная библиотечная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.biblioclub.ru		

Ответственный за библиографию  /Т. Ф. Чудновская/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

№№ п/п	Перечень основного оборудования	Нумерация тем
1	2	3
1	Компьютерный класс а.327	1-6

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО, а также с учетом рекомендаций и Программы по направлению 190600.62 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и профилю подготовки «Автомобили и автомобильное хозяйство» и согласно учебному плану указанного направления и профиля подготовки.