

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОБЪЕМНЫЕ ГИДРОМАШИНЫ


| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.05 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 5 семестр - 5; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 180 часов |
| Лекции | 5 семестр - 32 часа; |
| Практические занятия | 5 семестр - 32 часа; |
| Лабораторные работы | 5 семестр - 16 часов; |
| Консультации | 5 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 5 семестр - 97,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Домашнее задание Расчетно-графическая работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 5 семестр - 0,50 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

| | | |
|---|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Феденков В.В. |
| | Идентификатор | R4bdc47a0-FedenkovVV-ba5186d |

(подпись)


В.В. Феденков

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|---|--|--------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Почернина Н.И. |
| | Идентификатор | R1d8f33d8-PocherninaNI-bbd4793 |


(подпись)

Н.И. Почернина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

| | | |
|---|--|-----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Волков А.В. |
| | Идентификатор | R369593e9-VolkovAV-775a725f |

(подпись)

А.В. Волков

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение объемных гидромашин (ОГМ), их создание и использование в разных отраслях промышленности, в том числе в энергетическом машиностроении

Задачи дисциплины

- приобретение знаний о видах и классификации объемных гидромашин, их параметрах, областях их применения;
- изучение принципов действия, основ рабочих процессов и конструкций объемных гидромашин;
- освоение современных методик расчета и проектирования ОГМ, принятие и обоснование решений при создании новых конструкций;
- освоение методов проектирования ОГМ с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта;
- изучение методов испытаний ОГМ, оборудования испытательных стендов, приобретение практических навыков проведения испытаний.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения |
|--|--|--|
| ПК-1 Способен к конструкторской деятельности в сфере автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов | ИД-1ПК-1 Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования | знать: - методики проектирования различных ОГМ. уметь: - разрабатывать новые конструкции ОГМ с лучшими характеристиками с использованием САПР. |
| ПК-2 Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов | ИД-2ПК-2 Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности | знать: - законы и принцип работы ОГМ; - конструкции ОГМ и их элементов. уметь: - использовать современные достижения науки и передовых технологий в области ОГМ. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать механика жидкости и газа
- знать механика материалов и конструкций
- знать детали машин и основы конструирования

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы | | | | | | | | | | Содержание самостоятельной работы/ методические указания |
|-------|--|-----------------------|---------|--|-------|-------|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|---|
| | | | | Контактная работа | | | | | | | СР | | | |
| | | | | Лек | Лаб | Пр | Консультация | | ИКР | | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль | |
| КПР | ГК | ИККП | ТК | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Общие понятия и определения ПКН | 90.00 | 5 | 20.00 | 10.00 | 20.00 | - | - | - | - | - | 40.00 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие понятия и определения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 11-17 [3], 1-28 [4], 1-48 [5], 12-18</p> |
| 1.1 | Общие понятия и определения ПКН | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |
| 1.2 | Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |
| 1.3 | Давление в рабочей камере ПКН | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |
| 1.4 | Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |
| 1.5 | Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |
| 2 | Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ) | 18.00 | 5 | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 30-35</p> |
| 2.1 | Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ) | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |
| 3 | Винтовые насосы (ВН) | 18.00 | | 4.00 | 2.00 | 4.00 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--|--------|-----------|-----------|----------|---|------|---|---|------|-------|-------|--|
| 3.1 | Винтовые насосы (ВН) | 18.00 | 4.0 0 | 2.0 0 | 4.0 0 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | насосы (ВН)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 4 | Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели | 18.00 | 4.0 0 | 2.0 0 | 4.0 0 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| 4.1 | Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели | 18.00 | 4.0 0 | 2.0 0 | 4.0 0 | - | - | - | - | - | 8.00 | - | насосы (ВН)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях |
| | Экзамен | 36.00 | - | - | - | - | 2.00 | - | - | 0.50 | - | 33.50 | |
| | Всего за семестр | 180.00 | 32.0 0 | 16.0 0 | 32.00 | - | 2.00 | - | - | 0.50 | 64.00 | 33.50 | |
| | Итого за семестр | 180.00 | 32.0 0 | 16.0 0 | 32.00 | | 2.00 | - | | 0.50 | | 97.50 | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие понятия и определения ПКН

1.1. Общие понятия и определения ПКН

Схема и принцип действия поршневого кривошипного насоса (ПКН) и насосной установки. Основные параметры насоса и установки. Особенности, область применения, классификация и схемы ПКН. Законы движения поршня ПКН. Мгновенная подача, степень неравномерности подачи.

1.2. Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН

Назначение, виды и схемы клапанов. Расчет клапана, критерии безударной и бесшумной работы клапана. Работа реального клапана, действительная клапанная диаграмма. Соппротивление клапана, статическая проливка клапана.

1.3. Давление в рабочей камере ПКН

Давление при всасывании. Вакуумная характеристика. Давление при нагнетании. Напорная характеристика.

1.4. Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы

Схема и принцип действия гидроаккумулятора (ГА) на всасывании и на нагнетании. Расчет ГА, конструктивное исполнение ГА. Резонанс в системе "ГА – напорный трубопровод" и его расчет.

1.5. Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН

Объемные потери и коэффициент подачи. Виды потерь энергии и КПД, баланс мощности ПКН. Конструкция ПКН.

2. Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)

2.1. Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)

Схема и принцип действия ПН, основные особенности. Классификация, схемы, область применения ПН. Особенности рабочего процесса ПН: диаграммы пути, скорости и ускорения поршня, диаграммы подачи однопоточного и двухпоточного ПН. Особенности теории клапанов, расчет клапана ПН. Схема и принцип действия распределительного устройства ПН.

3. Винтовые насосы (ВН)

3.1. Винтовые насосы (ВН)

Схема и принцип действия ВН. Геометрия циклоидального зацепления. Теоретическая подача ВН, оптимальные размеры винтов. Характеристики ВН. Силы, действующие на винты ВН, и их расчет.

4. Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели

4.1. Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели

Схема и принцип действия ШН с внешним и с внутренним зацеплением, их особенности, область применения. Мгновенная теоретическая подача, рабочий объем и средняя теоретическая подача ШН, степень неравномерности подачи. Влияние запертого объема на

работу ШН, разгрузка от запертого объема. Расчет сил, действующих на опоры шестерен. Характеристики ШН. Особенности конструкции и расчета ШН.

3.3. Темы практических занятий

1. Конструкции клапанов ПКН и особенности их расчета;
2. Гидравлические схемы гидроприводных насосов (ГПН). Схемы комбинированных гидроцилиндров. Конструкции ШН и ВН;
3. Методика проектирования приводной части ПКН. Контрольная работа;
4. Типовые конструкции ПКН и их узлов. Конструкции уплотнений подвижных деталей ПКН, применяемые материалы уплотнений. Системы смазки ПКН. Выбор материалов деталей гидроблока и корпуса ПКН;
5. Индикаторные диаграммы и их использование в диагностике работы ПКН;
6. Определение напора ПКН по измерительным приборам;
7. Методика проектирования гидравлической части ПКН;
8. Схемы поршневых кривошипных насосов (ПКН) и их особенности.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Классификация ПКН;
2. Виды испытаний ОГМ. Характеристики ОГМ;
3. Устройство стендов для испытаний объемных гидромашин;
4. Конструкция ШН. Сборка–разборка ШН;
5. Проведение лабораторных испытаний ПКН;
6. Зачетное занятие;
7. Методика энергетических и кавитационных испытаний ОГМ.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие понятия и определения"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ)"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Винтовые насосы (ВН)"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1) | Коды индикаторов | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) | | | | Оценочное средство (тип и наименование) |
|--|------------------|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Знать: | | | | | | |
| методики проектирования различных ОГМ | ИД-1ПК-1 | + | | | | Домашнее задание/Клапаны ПКН |
| конструкции ОГМ и их элементов | ИД-2ПК-2 | | + | | | Домашнее задание/Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) |
| законы и принцип работы ОГМ | ИД-2ПК-2 | | + | | | Домашнее задание/Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) |
| Уметь: | | | | | | |
| разрабатывать новые конструкции ОГМ с лучшими характеристиками с использованием САПР | ИД-1ПК-1 | | | + | | Расчетно-графическая работа/Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН |
| использовать современные достижения науки и передовых технологий в области ОГМ | ИД-2ПК-2 | | | | + | Расчетно-графическая работа/Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН |

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

5 семестр

Форма реализации: Проверка задания

1. Клапаны ПКН (Домашнее задание)
2. Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) (Домашнее задание)
3. Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Соблюдение графика выполнения задания

1. Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Основы теории и конструирования объемных гидropередач : Учебное пособие для машиностроительных специальностей / А. В. Кулагин, и др. ; Ред. В. Н. Прокофьев . – М. : Высшая школа, 1968 . – 398 с.;
2. Чиняев, И. А. Поршневые кривошипные насосы / И. А. Чиняев . – Л. : Машиностроение, 1983 . – 176 с.;
3. Цакирис, Д. Х. Проектирование поршневого кривошипного насоса. Ч.1 : учебно-методическое пособие по курсу "Объемные гидромашины" по направлению "Энергетическое машиностроение" / Д. Х. Цакирис, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2017 . – 28 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9183;
4. Цакирис, Д. Х. Проектирование поршневого кривошипного насоса. Ч. 2 : методические указания к курсовому проектированию по дисциплине "Объемные гидромашины" по направлению "Энергетическое машиностроение" / Д. Х. Цакирис, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 48 с.
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10429;

5. Борисов Б. П. - "Объемные гидромашины", Издательство: "МГТУ им. Н.Э. Баумана", Москва, 2018 - (240 с.)
<https://e.lanbook.com/book/103297>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Антиплагиат ВУЗ.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения | Номер аудитории, наименование | Оснащение |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| | Г-102(а), Мультимедийный класс | парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП | Ж-120, Машинный зал ИВЦ | сервер, кондиционер |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий | Г-102, Учебная лаборатория гидроаэромеханики | стол преподавателя, стул, шкаф для хранения инвентаря, стол письменный, вешалка для одежды, доска маркерная, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, кондиционер, стенд учебный |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Г-102(а), Мультимедийный класс | парта со скамьей, стол преподавателя, шкаф для хранения инвентаря, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки звуковые, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный, принтер |
| Помещения для самостоятельной работы | Г-205/2, Кабинет сотрудников каф. "ТГМ" | кресло рабочее, стеллаж, стул, шкаф, шкаф для документов, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, холодильник |

| | | |
|--|--------------------------------|---|
| Помещения для консультирования | Г-219/2, Преподавательская | кресло рабочее, стол преподавателя, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, компьютерная сеть с выходом в Интернет, колонки, многофункциональный центр, компьютер персональный, холодильник, кондиционер |
| | Г-208, Преподавательская | кресло рабочее, стол, стул, шкаф, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютер персональный |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря | Г-05, Мастерская каф. "ГГМ" | стеллаж для хранения инвентаря |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объемные гидромашины

(название дисциплины)

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Клапаны ПКН (Домашнее задание)
- КМ-2 Объемные потери ПКН. Прямодействующие (гидроприводные) насосы (ГПН). Гидроцилиндры (ГЦ) (Домашнее задание)
- КМ-3 Винтовые насосы (ВН). Выполнение I части расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 Шестеренные насосы (ШН). Выполнение и защита расчетного задания Расчет и конструирование гидравлической части ПКН (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 12 | 16 |
| 1 | Общие понятия и определения ПКН | | | | | |
| 1.1 | Общие понятия и определения ПКН | | + | | | |
| 1.2 | Клапаны ПКН и их расчет Объемные потери в ПКН | | + | | | |
| 1.3 | Давление в рабочей камере ПКН | | + | | | |
| 1.4 | Пневмогидроаккумуляторы и их расчет. Индикаторы и индикаторные диаграммы | | + | | | |
| 1.5 | Баланс энергии и КПД ПКН. Конструкция ПКН | | + | | | |
| 2 | Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ) | | | | | |
| 2.1 | Прямодействующие насосы (ПН) и Гидроцилиндры (ГЦ) | | | + | | |
| 3 | Винтовые насосы (ВН) | | | | | |
| 3.1 | Винтовые насосы (ВН) | | | | + | |
| 4 | Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели | | | | | |
| 4.1 | Шестеренные насосы (ШН) и гидродвигатели | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 20 | 25 | 25 | 30 |