

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце

ФИО: Арженовский Алексей Григорьевич

Должность: директор института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 14.03.2025 13:50:22

Уникальный программный ключ:

3097683b38557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра «Тракторы и автомобили»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики

и энергетики имени В.П. Горячкина

А.Г. Арженовский

2024 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.15. «Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Направленность: Автомобильный сервис

Курс: 3

Семестр: 5, 6

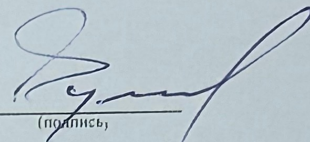
Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2024

Москва 2024

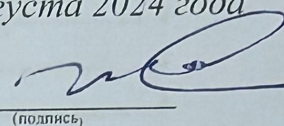


Разработчик: Чумаков Валерий Леонидович, к.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«26» августа 2024 года

Рецензент: Майстренко Николай Александрович, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

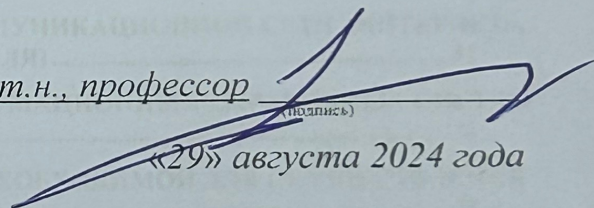
«28» августа 2024 года

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профессионального стандарта 33.005 – Специалист по техническому диагностированию и контролю технического состояния автотранспортных средств при периодическом осмотре, профессионального стандарта 13.001 – Специалист в области механизации сельского хозяйства, 31.004 – Специалист по техническому обслуживанию и ремонту мехатронных систем автотранспортных средств и их компонентов в автомобилестроении и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры «Тракторы и автомобили», протокол № 1-24/25 от 29 августа 2024 года.

Зав. кафедрой Дидманидзе Отари Назирович,

академик РАН, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

«29» августа 2024 года

Согласовано:

Председатель учебно-методической  
комиссии Института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Протокол № 1 от 29 августа 2024 года

Зав. выпускающей кафедрой «Тракторы и автомобили»

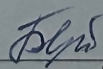
Дидманидзе Отари Назирович,  
академик РАН, д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«30» августа 2024 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ

Дидманидзе О.Н.

  
(подпись)

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ , СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	
ПО СЕМЕСТРАМ .....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>20</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	20
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	28
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>30</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	30
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	30
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	31
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>31</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....</b>	<b>31</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>33</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..</b>	<b>35</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	35
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>36</b>

**Аннотация**  
**рабочей программы дисциплины**  
**Б1.В.15 «Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания»**  
**по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин**  
**и комплексов» направленность**  
**«Автомобильный сервис»**

**Цель освоения дисциплины:** Б1.В.15 «Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания» - освоение теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для практического применения в области эксплуатации транспортно-технологических машин и оборудования, особенно в области изучения теории рабочих процессов и испытаний современных силовых агрегатов; получения знаний основных принципов организации эффективной работы двигателей, их регулирования и потенциального изменения показателей ДВС в эксплуатации; приобретение умений и навыков практического регулирования двигателей и их систем; организации цикла контрольных и приемо-сдаточных испытаний ДВС технико-экономического анализа эффективности эксплуатации силовых агрегатов, компетентной оценки образцов новых силовых агрегатов, в целях повышения или обеспечения заданного уровня обслуживания на предприятиях автомобильного сервиса, определения мер по обеспечению безопасной и эффективной эксплуатации силовых агрегатов транспортных и транспортно-технологических машин и технологического оборудования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в базовую часть дисциплин по выбору учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-4.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Назначение, классификация, особенности конструкции основных видов силовых агрегатов – двигателей внутреннего сгорания (ДВС), применяемых на транспортно-технологических машинах и комплексах (ТТМК); анализ рабочих циклов ДВС; особенности организации рабочих процессов, определяющих показатели силовых агрегатов в эксплуатации. Основные эксплуатационные показатели двигателей внутреннего сгорания, работающих на бензине, дизельном и газообразном топливе. Типичные нарушения рабочих процессов ДВС. Основы регулирования ДВС в целях оптимизации мощностных, экономических и экологических показателей ДВС. Основы испытаний двигателей и их топливных систем для оценки текущего состояния двигателей, эффективности проведенного ремонта или технического обслуживания, оценки паспортных характеристик силовых агрегатов и прогнозирования поведения двигателей в эксплуатации.

**Общая трудоемкость дисциплины** 108 часов (3 зачетные единицы, в том числе практическая подготовка 2 часа).

**Промежуточный контроль:** экзамен – 3 курс.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины Б1.В.15 «Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания» - является формирование у учащихся компетенций, обеспечи-

вающих способность к принятию обоснованных технических решений, мониторинг и анализ информации о новых конструкциях узлов, агрегатов и систем транспортных и транспортно-технологических машин и методов обеспечения заданного уровня параметров, выполнение расчетно-проектных работ с использованием современных цифровых инструментов вычислительной техники, освоения типового программного обеспечения для испытаний ДВС, приобретение умений проведения типовых методов цифрового моделирования двигателя как объекта исследований, оценки образцов транспортных и транспортно-технологических машин и развития основ математического моделирования ДВС для обеспечения заданного уровня эксплуатационных свойств машин или повышения их эффективности; получения практических навыков оценки функциональных, энергетических, экологических и технических параметров транспортных и транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний и соответствующей технической документацией.

Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания ТТМК, представлены сегодня в основном поршневыми двигателями внутреннего сгорания, являющимися основными энергетическими установками на транспорте, в сельском, лесном хозяйстве и иных отраслях экономики. Они являются основными производителями энергии, обеспечивающими выполнение технологических процессов в названных отраслях. Однако, они оказывают чрезвычайно негативное воздействие на окружающую среду, и являются основными потребителями нефтяного топлива и загрязнителями окружающей среды.

Теоретическое и практическое изучение конструкции силовых агрегатов позволяет учащемуся проводить мониторинг и анализ развития новых двигателей, их узлов, агрегатов и систем для принятия обоснованных решений по обеспечению заданного уровня параметров технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и комплексов, позволяет правильно организовать технологические процессы технического обслуживания и ремонта силовых агрегатов машин.

Практические навыки, получаемые в ходе практических занятий по испытанию силовых агрегатов и их систем, позволяет будущему специалисту проводить оценку уровня развития конструкции, технического состояния образцов двигателей и предлагать способы повышения или обеспечения заданного уровня эксплуатационных свойств.

Основы расчетных методов по обработке результатов испытаний, прогнозированию основных показателей двигателя, обеспечивают навыки оценки функциональных, энергетических, экономических и экологических параметров двигателей транспортных и транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний.

Обеспечение разделов курса современными стандартными и оригинальными программами цифровой обработки и моделирования работы двигателей с количественной оценкой результатов позволяет учащемуся развивать и использовать цифровые методы и инструменты регулирования, оценки и прогнозирования показателей двигателя.



## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» относится к вариативной части Блока 1 учебного плана. Дисциплина «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» являются: цифровая трансформация производственно-технической сферы деятельности транспортно-технологических машин, цифровая трансформация сервисно-эксплуатационной сферы деятельности транспортно-технологических машин, химия, физика, инженерная графика, технология конструкционных материалов, теоретическая механика, сопротивление материалов, материаловедение, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, силовые агрегаты.

Дисциплина «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» является чрезвычайно необходимой для изучения следующих дисциплин: конструкция и эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин и комплексов, основы технологии производства и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов, эксплуатация наземных транспортно-технологических средств, технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей, электронные системы и автоматизация мобильных машин, конструкция и техническая эксплуатация комбинированных энергоустановок и электромобилей, конструкция, техническое обслуживание и ремонт автомобилей, использующих альтернативные виды топлив.

Особенностью дисциплины является формирование у обучаемых профессиональных знаний, навыков и умений на основе комплексного творческого использования прикладной информации, получаемой в предыдущих фундаментальных курсах математики, физики, химии и других изученных дисциплин на 1 и 2 курсах.

Изучение дисциплины «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» обязательно для эффективного освоения последующих специальных курсов - конструкция и эксплуатационные свойства транспортно-технологических машин и комплексов, электронные системы и автоматизация мобильных машин, технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Рабочая программа дисциплины «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос - 4.2, ПКос - 5.1, ПКос -5.2.

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-4	Способен реализовывать в условиях организации технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин	ПКос-4.2 Мониторинг и анализ информации о новых конструкциях узлов, агрегатов и систем транспортных и транспортно-технологических машин и методов обеспечения заданного уровня параметров технического состояния	Знать конструкцию транспортно-технологических машин и комплексов, условия плавильной эксплуатации как машины в целом, так и ее отдельных узлов, и агрегатов. Знать назначение, работу и методики использования технологического оборудования по ремонту и техническому обслуживанию техники для обеспечения ее паспортных характеристик в процессе производственной эксплуатации.	Уметь применять теоретические знания для ведения регулярного мониторинга развития конструкции транспортных средств, анализировать тенденции развития технологий, проводить подбор современного оборудования для обслуживания, ремонта, и их соответствие для применения на эксплуатируемой технике. Внедрять цифровые технологии учета работы машин, прогнозирования ресурса и потребностей в плановом техническом обслуживании или ремонте техники.	Владеть методиками и практическими навыками по применению диагностического, технологического и иного производственного оборудования для организации производственного процесса обслуживания и эксплуатации транспортно-технологических машин. Владеть навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictograph и др.
2.	ПКос-5	Способен проводить оценку образцов транспортных и транспортно-технологических машин и предлагать способы повышения или обеспечения заданного уровня эксплуатационных свойств	ПКос-5.1 Способен в составе рабочей группы выполнять программы-методики оценки и испытания новых и усовершенствованных образцов транспортных и транспортно-технологических машин, включая прием и подготовку	Знать основы организации рабочих циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания и специфику протекания основных рабочих процессов, влияние основных конструктивных, регулировочных и режимных параметров на параметры рабочего цикла и эффективные показатели двигателя. Знать основные характеристики двигателей и существующие методы цифрового проектирования ДВС и расчетного моделирования рабочих процессов.	Уметь оценивать технический уровень и техническое состояние силовых энергетических установок на основе расчётного моделирования двигателя как объекта исследований, равно как и проводить экспериментальные исследования двигателей и их систем.	Владеть современными методами цифровых расчетно-аналитических методик прогнозирования показателей двигателей как на стадии проектно-расчетного моделирования, так и использовать современную аппаратуру и программное обеспечение для цифровой обработки результатов экспериментальных исследований.

3.			ПКос-5.2 Способен в составе рабочей группы проводить оценку функциональных, энергетических и технических параметров транспортных и транспортно-технологических машин с подготовкой протоколов испытаний	Знать стандарты, технические условия и отраслевые нормы по оценке находящихся в эксплуатации и новых образцов транспортных и транспортно-технологических машин и предлагать способы повышения или обеспечения заданного уровня функциональных, энергетических и технических параметров машин. Знать современные методики диагностирования машин в целом и отдельных узлов, экспериментальных исследований, цифровой обработки результатов по оценке и составления протоколов испытаний.	Уметь применять теоретические знания стандартов, технических условий и отраслевых норм для оценки уровня функциональных, энергетических и технических параметров машин. Уметь применять методики испытаний машин в целом и их отдельных узлов для организации (или участия) технологического процесса оценки технического уровня машин по оценке функциональных, энергетических и технических параметров. Понимать и уметь анализировать результаты испытаний включая составление протоколов испытаний.	Владеть методиками и практическими навыками по применению диагностического, измерительно и иного испытательного оборудования для организации процесса диагностирования или испытаний по оценке функциональных, энергетических и технических параметров транспортных и транспортно-технологических машин. Владеть навыками обработки и интерпретации информации с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictograph и др.
----	--	--	---	---	---	---



## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетные единицы), в том числе, практическая подготовка 2 часа. Их распределение по видам работ в 5 и 6 семестре представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	5 семестр	6 семестр
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>14,4/2</b>	<b>2</b>	<b>12,4/2</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>14,4/2</b>	<b>2</b>	<b>12,4/2</b>
<i>в том числе:</i>			
<i>лекции (Л)</i>	6	2	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	8/2	-	8/2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>85</b>	<b>34</b>	<b>51</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, расчетно-графическая работа и т.д.)</i>	85	34	51
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6	-	8,6
<b>Вид промежуточного контроля:</b>	<b>Экзамен</b>	<b>-</b>	<b>Экзамен</b>

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Введение. Рабочие процессы ДВС. Содержание курса. Требования. Он-лайн изучение курса.	36	2	-	-	34
Раздел 1. Рабочие циклы поршневых ДВС. Принципы регулирования двигателей.	23	2	-	-	10
Раздел 2. Параметры рабочего цикла и эффективные показатели двигателя.					11
Раздел 3. Режимы работы двигателей и основные характеристики ДВС	40/2	2	8/2	-	10
Раздел 4. Основные направления развития ДВС					10
Раздел 5. Цифровые технологии в расчетных и экспериментальных исследованиях ДВС					10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	0,4	-
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	8,6	-	-	-	8,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108/2</b>	<b>6</b>	<b>8/2</b>	<b>0,4</b>	<b>93,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

**Введение.** Рабочие процессы ДВС. Содержание курса. Требования. Он-лайн изучение курса.

**Раздел 1.** Рабочие циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

**Тема 1.** Основные процессы рабочего цикла.

**Раздел 2.** Параметры рабочего цикла и эффективные показатели двигателя.

**Тема 1.** Основные показатели двигателя. Нарушения рабочих процессов в эксплуатации.

**Раздел 3.** Режимы работы и основные характеристики ДВС.

**Тема 1.** Основные характеристики ДВС. Экологические характеристики ДВС.

**Раздел 4.** Основные направления развития ДВС.

**Тема 1.** Состояние и перспективы развития ДВС.

**Раздел 5.** Цифровые технологии в расчетных и экспериментальных исследованиях ДВС.

**Тема 1.** Расчетные методы исследований ДВС. Тепловой баланс.

**Тема 2.** Испытания топливной аппаратуры ДВС.

**Тема 3.** Испытания двигателей.

#### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

##### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Введение.</b> Двигатели внутреннего сгорания на транспорте				
	<b>Тема 1.</b> Двигатели на транспорте	Лекция №1. Рабочие процессы ДВС. Содержание курса. Требования. Он-лайн изучение курса.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2		2
2	<b>Раздел 1.</b> Рабочие циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).				
	<b>Тема 1.</b> Основные процессы	Лекция №2 Основные процессы рабочего цикла.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	* Компьютерное тестирование	1
3	<b>Раздел 2.</b> Параметры рабочего цикла и эффективные показатели двигателя.				
	<b>Тема 1.</b> Основные показатели двигателя.	Лекция №2 Параметры рабочего цикла. Нарушения рабочих процессов в эксплуатации	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	* Компьютерное тестирование	1
4	<b>Раздел 3.</b> Режимы работы и основные характеристики ДВС.				
	<b>Тема 1.</b> Основные характеристики ДВС.	Лекция №3 Состояние и перспективы развития ДВС.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	* Компьютерное тестирование	1
5	<b>Раздел 4.</b> Основные направления развития ДВС.				
	<b>Тема 1:</b> Основные направления развития ДВС.	Лекция №3. Основные характеристики ДВС	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	* Компьютерное тестирование	1
6	<b>Раздел 5.</b> Цифровые технологии в расчетных и экспериментальных исследованиях ДВС				

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1.</b> Расчетные методы исследований	Практическое занятие №1 Расчетные методы оценки и показателей ДВС. Термодинамический расчет цикла.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	**Отчет. Тестирование	2
	<b>Тема 2.</b> Испытания топливной аппаратуры ДВС	Практическое занятие №2. (практическая подготовка) Методика испытаний топливной аппаратуры двигателей. Регулировки форсунок и топливных насосов.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	**Отчет. Тестирование	2/2
	<b>Тема 3.</b> Испытания ДВС	Практическое занятие № 3 Методика испытаний двигателей внутреннего сгорания. Регулировочные характеристики ДВС.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	**Отчет. Тестирование	2
		Практическое занятие № 4 Паспортные характеристики двигателей. Внешняя скоростная характеристика бензинового двигателя. Регуляторная дизеля.	ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2	**Отчет. Тестирование	2

\* Компьютерное тестирование усвоения материала лекции.

\*\* Отчет по практическому занятию. Компьютерное тестирование усвоения материала.

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	<b>Введение. Двигатели внутреннего сгорания на транспорте</b>	
	<b>Тема 1. Двигатели на транспорте</b>	1.Виды силовых агрегатов ТТМК. 2. ДВС для ТТМК: назначение, принципиальные схемы, классификация. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
2.	<b>Раздел 1. Рабочие циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС).</b>	
	<b>Тема 1. Основные процессы ДВС</b>	1.Отличия: рабочий цикл бензинового двигателя и дизеля. 2.Индикаторная диаграмма бензинового двигателя и дизеля. 3.Такты и процессы рабочего цикла. 4.Назначение каждого из рабочих процессов 5. «Геометрические» границы рабочих процессов 6.Основные характеристики процессов 7.Физико-химические процессы рабочего цикла. 8. Типичные нарушения процессов и их влияние на работу двигателя в эксплуатации. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
3.	<b>Раздел 2. Параметры рабочего цикла и эффективные показатели двигателя.</b>	
	<b>Тема 1. Основные показатели двигателя. Нарушения рабочих процессов в эксплуатации</b>	1.Характеристика индикаторных процессов рабочего цикла 2.Составляющие внутренних/механических потерь двигателя 3.Эффективные показатели двигателя. 4.Нарушения рабочих процессов двигателей с искровым зажиганием. 5.Нарушения рабочих процессов дизелей. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
	<b>Раздел 3. Режимы работы и основные характеристики ДВС.</b>	

<b>Тема 1. Основные характеристики ДВС. Экологические характеристики ДВС</b>	1.Регулировочные характеристики по углу зажигания 2.Регулировочные характеристики по составу смеси 3.Нагрузочные характеристики 4.Скоростные характеристики 5.Регуляторные характеристики 6.Основные токсические компоненты отработавших газов 7.Условия образования токсичных компонентов 8. Нормы на выброс токсичных компонентов 9.Методы снижения токсичности отработавших газов ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
<b>Раздел 4. Основные направления развития ДВС.</b>	
<b>Тема 1. Основные направления развития ДВС</b>	1.Преимущества и недостатки двигателей с искровым зажиганием и дизелей. 2.Основные пути улучшения показателей двигателей легкого топлива. 3.Основные пути улучшения показателей дизелей. 4.Альтернативные виды топлива ДВС. 5.Альтернативные силовые агрегаты тракторов и автомобилей. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
<b>Раздел 5. Цифровые технологии в расчетных и экспериментальных исследованиях ДВС</b>	
<b>Тема 1. Расчетные методы исследований</b>	1.Различия действительных циклов бензинового двигателя и дизеля. 2.Основные принципы расчета рабочего цикла ДВС 3.Основные задачи расчета рабочего цикла 4.Основные силы, действующие в КШМ. 5.Понятие теплового баланса. 6.Методы анализа перспектив совершенствования ДВС по методике расчета рабочего цикла. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
<b>Тема 2. Испытания топливной аппаратуры ДВС</b>	1.Общая методика оценки технического состояния топливной аппаратуры ДВС. 2.Основные методы проверки прецизионных деталей топливной аппаратуры. 3.Типы и модели приборов для оценки технического состояния топливной аппаратуры. 4.Виды проверки форсунок дизелей. 5.Основные характеристики топливного насоса. 6.Регуляторная характеристика топливного насоса. Определение, вид, назначение, методика получения. 7.Регуляторная характеристика дизеля. Основные паспортные данные ТНВД на характеристике 8. Специфика проверки форсунок бензиновых двигателей. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2
<b>Тема 3. Испытания ДВС</b>	1.Назначение, вид и анализ характеристик по углу опережения зажигания. 2. Назначение, вид и анализ характеристик по составу смеси. 3. Назначение, вид и анализ нагрузочных характеристик. 4. Назначение, вид и анализ скоростных характеристик 5.Паспортные данные бензинового ДВС, представленные на внешней скоростной характеристике. 6.Паспортные данные дизеля, представленные на регуляторной характеристике дизеля. ПКос-4.2, ПКос-5.1, ПКос-5.2

## 5. Образовательные технологии

В учебном процессе реализуются традиционные и современные технологии обучения. Изучение материала предполагает работу учащихся в ходе лекций, практических занятий, самостоятельной работы в ходе изучения теоретических



основ курса, при подготовке к практическим занятиям и обработке их результатов.

Для изучения материала дисциплины кафедра располагает учебными пособиями в виде плакатов, учебных моделей, разрезов узлов машин, действующих образцов техники, компьютерных обучающих программ. Для облегчения понимания наиболее сложных разделов курса используются программы компьютерного моделирования работы машин и их отдельных узлов и агрегатов. На лекциях и лабораторных занятиях предполагается использование видеоматериалов по наиболее сложным разделам курса. Разработаны программы компьютерного моделирования функционирования ряда узлов техники и расчета основных параметров рабочих процессов рабочего цикла и показателей двигателя.

### **Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавра реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Для повышения наглядности и эффективного усвоения материала, лаборатории и учебные классы кафедры оборудованы наглядными пособиями, макетами, действующими агрегатами и машинами, и приборным обеспечением по изучаемым темам. Ролики компьютерной анимации обеспечивают наглядность обучения. Компьютерные программы позволяют вести анализ действующих процессов и прогнозировать показатели двигателей.

Практические занятия проводятся в интерактивной форме – предусмотрена совместная работа студентов в малых группах, решение типовых задач, разбор конкретных ситуаций.

При проведении практических занятий первый час занятия предусматривает вводную часть по разделу, обеспечиваемую преподавателем, изучение методики проведения лабораторной работы, включая решение типовых задач, и постановку индивидуальных задач перед небольшими группами учащихся. Второй час предусматривает выполнение индивидуальных заданий по изучению конструкций конкретных двигателей и их сравнительный анализ. В ходе испытаний топливной аппаратуры и двигателей тракторов и автомобилей, малые группы учащихся из 4-8 студентов по рекомендации учебного мастера проводят испытания, обрабатывают протоколы испытаний и проводят анализ полученных результатов.

При выполнении расчетно-графической работы, студенты получают индивидуальное задание, используют программное обеспечение для выполнения необходимых расчетов и графических построений, и ведут сравнительный анализ полученных результатов.

Материалы по дисциплине «Рабочие процессы ДВС» изложены на портале [www.timacad.ru](http://www.timacad.ru). Учащиеся изучают дисциплину на портале, проходят тестирование по каждой теме курса (на портале [www.sdo.timacad.ru](http://www.sdo.timacad.ru)) и получают текущую оценку, являющуюся допуском к следующему разделу курса.

Преподаватель наблюдает за текущей работой студентов на портале, оценивает выполнение заданий и проводит анализ результатов усвоения материала.

**Средства обеспечения освоения дисциплины:**

1. Традиционные учебно-методические материалы: учебники, учебные пособия, тетради самостоятельной работы учащихся.
2. Он – лайн курс «Рабочие процессы ДВС»  
<https://sdo.timacad.ru/user/view.php?id=363&course=1345>
3. Видеофильмы о работе систем силовых агрегатов.
4. Программы «Обработка результатов практических занятий».
5. Расчетная программа «Анализ рабочих процессов ДВС».
6. Расчетно-контролирующая программа «Анализ рабочих процессов ДВС».
7. Расчетная программа «Кинематический и динамический расчет двигателя».
8. Видеофильмы проведения виртуальных практических занятий по испытанию ДВС.
9. Электронные плакаты.
10. Стенды для натурных испытаний электрооборудования, топливной аппаратуры, двигателей.

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	<b>Введение: Тема 1.</b> Лекция «Основные направления развития ДВС»	Л	Мультимедийные лекции Проблемное обучение – лекция дискуссия о перспективах развития ДВС.
2	<b>Раздел 2: Тема 1.</b> «Рабочий цикл и принципы работы ДВС	Л ПЗ	Мультимедийные лекции. Компьютерная анимация систем Дискуссия об эффективности силовых агрегатов на транспорте и способах регулирования ДВС.
3	<b>Раздел 3: Тема 1.</b> Экологические характеристики ДВС	Л ПЗ	Мультимедийные лекции Моделирующие, диагностические стенды, дискуссия об уровне совершенства двигателей и перспективах выполнения норма на токсичность ОГ.
4	<b>Раздел 5: Тема 1.</b> Расчетные методы исследований	ПЗ	Использование цифровых технологий моделирования рабочего цикла двигателя. Оптимизация показателей расчетными методами. Работа студентов с электронными ресурсами, моделирование. Обсуждение результатов со студентами.
5	<b>Раздел 5: Тема 1:</b> Испытание топливной аппаратуры ДВС	Л ПЗ	Мультимедийные лекции. Дискуссия по презентациям студентов – сравнительные характеристики и тенденции развития ТНВД и форсунок. Практические работы по настройке топливной аппаратуры и ее установке на двигатель.
6	<b>Раздел 5: Тема 1:</b> Испытания ДВС	Л ПЗ	Работа студентов на стендах испытания двигателей. Определение показателей двигателей, анализ результатов. Обсуждение путей улучшения показателей испытанных двигателей.

**6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

**6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.**

**1) Контрольные вопросы по разделам 1- 5:**

**Введение. Двигатели внутреннего сгорания– как основная энергетическая установка ТТМК.**

1. Назначение, требования, классификация, виды ТТМК.

2. Виды силовых агрегатов ТТМК.
3. ДВС для ТТМК: назначение, принципиальные схемы, классификация.
4. Преимущества и недостатки дизелей, бензиновых и газовых двигателей
5. Компоновки двигателей и их систем на ТТМК

### **Раздел 1: Рабочий цикл поршневых двигателей внутреннего сгорания**

1. Рабочий цикл бензинового двигателя и дизеля.  
Общие характеристики и отличия.
2. Индикаторная диаграмма бензинового двигателя и дизеля.
3. Такты и процессы рабочего цикла.
4. Назначение каждого из рабочих процессов
5. «Геометрические» границы рабочих процессов
6. Основные характеристики процессов
7. Физико-химические процессы рабочего цикла.
8. Типичные нарушения процессов и их влияние на работу двигателя в эксплуатации.
9. Принципы работы и регулирования мощности силовых агрегатов»
10. Использование цифровых мультимедийных технологий/интернета для изучения принципов работы двигателей.
11. Процессы газообмена. Коэффициент остаточных газов. Определение параметров газообмена. Факторы, влияющие на процесс газообмена.
12. Коэффициент наполнения. Факторы, влияющие на коэффициент наполнения. Определение массы воздуха, поступившего в цилиндры двигателя.
13. Процесс сжатия. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на параметры процесса сжатия.
14. Процесс сгорания. Определение теоретически необходимого количества кислорода и воздуха для сгорания топлива. Виды горючих смесей и ее влияние на показатели двигателя.
15. Состав и количество газов в конце сгорания при  $\alpha > 1$ ;  $\alpha < 1$ . Влияние состава смеси на эксплуатационные показатели двигателя.
16. Уравнение сгорания в двигателе с искровым зажиганием: определение  $T_z$  и  $P_z$ .
17. Основные периоды процесса сгорания топлива в двигателе с искровым зажиганием.
18. Уравнение сгорания в дизеле и определение  $P_z$ ,  $T_z$ ,  $V_z$ . Основные периоды процесса сгорания топлива в дизеле.
19. Процесс расширения. Факторы, влияющие на процесс расширения. Температура и давление газов в конце расширения.

### **Раздел 2. Параметры рабочего цикла и эффективные показатели ДВС.**

1. Характеристика индикаторных процессов рабочего цикла : работа , мощность, часовой и индикаторный расход топлива, индикаторный КПД. Эксплуатационные факторы, влияющие на индикаторный КПД.
2. Определение индикаторных показателей двигателя ( $P_i$ ;  $N_i$ ;  $n_i$ ;  $g_i$ ).
3. Составляющие внутренних/механических потерь двигателя: на трение, газообмен и привод вспомогательных агрегатов
4. Эффективные показатели двигателя : работа , мощность, часовой и эффективный расход топлива, индикаторный КПД.

5. Эксплуатационные факторы, влияющие на эффективный КПД.
6. Нарушения рабочих процессов двигателей с искровым зажиганием: детонация и калильное зажигание.
7. Детонационное сгорание. Калильное зажигание. Эксплуатационные факторы, влияющие на их возникновение.
8. Нарушения рабочих процессов дизелей. Эксплуатационные факторы, влияющие на процесс сгорания. Жесткость работы двигателя, ее определение по индикаторной диаграмме. Влияние жесткости на долговечность двигателя.
9. Тепловой расчет двигателя. Исходные данные, методика расчета, анализ результатов. Тепловой баланс двигателя.

### **Раздел 3. Режимы работы и основные характеристики ДВС.**

1. Регулировочные характеристики по углу зажигания или впрыскивания
2. Регулировочные характеристики по составу смеси бензинового двигателя и дизеля.
3. Нагрузочные характеристики бензинового двигателя и дизеля.
4. Скоростные характеристики бензинового двигателя и дизеля.
5. Регуляторные характеристики дизеля
6. Внешняя скоростная характеристика бензинового двигателя.
7. Кинематика КШМ. Перемещение, скорость и ускорение поршня.
8. Динамика КШМ. Силы и моменты, действующие на КШМ. Построение развернутой индикаторной диаграммы.
9. Определение поступательно движущих и вращательных масс КШМ.
10. Силы инерции первого и второго порядка. Диаграммы их изменения.
11. Определение сил и моментов действующих в КШМ.
12. Сила давления газов в цилиндре. Построение развернутой индикаторной диаграммы.
13. Тангенциальная сила и ее значение. Построение диаграммы. Определение среднего значения тангенциальной силы.
14. Крутящий и опрокидывающий момент.
15. Основные токсические компоненты отработавших газов
16. Условия образования токсичных компонентов
17. Нормы на выброс токсичных компонентов
18. Методы снижения токсичности отработавших газов

### **Раздел 4. Основные направления развития ДВС.**

1. Основные направления развития ДВС
2. Преимущества и недостатки двигателей с искровым зажиганием и дизелей.
3. Основные пути улучшения показателей двигателей легкого топлива.
4. Основные пути улучшения показателей дизелей.
5. Альтернативные виды топлива ДВС.
6. Альтернативные силовые агрегаты тракторов и автомобилей.

### **Раздел 5. Цифровые технологии в расчетных и экспериментальных исследованиях ДВС**

1. Цель и методика снятия регулировочной характеристики двигателя по углу опережения зажигания (или впрыскивания) и ее анализ.
2. Цель и методика снятия регулировочной характеристики по составу смеси бензинового двигателя (и дизеля) и ее анализ.



3. Цель и методика снятия внешней скоростной характеристики двигателя с искровым зажиганием и ее анализ.
4. Цель и методика снятия регуляторной характеристики дизеля и ее анализ.
5. Метода определения механических потерь двигателя и механического КПД.
6. Проверка прецизионных пар топливной аппаратуры. Проверка и настройка форсунок. Влияние работы форсунок на работу двигателя.
7. Цель и методика предварительной регулировки топливного насоса высокого давления на момент начала, равномерность и количество подачи топлива.
8. Цель и методика снятия характеристики топливного насоса по давлению начала впрыскивания топлива.
9. Цель и методика снятия скоростной и регуляторной характеристики топливного насоса. Анализ характеристики.
10. Цель и методика проверки и настройки регулятора частоты вращения.
11. Цель и методика регулирования аккумуляторных систем питания высокого давления впрыска.
12. Проверка электромагнитных форсунок бензинового двигателя.

## 2) Задания для самостоятельной проектной работы:

Самостоятельная работа по дисциплине, выполняемая студентами в 6-м семестре направлена на систематизацию изучения дисциплины «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» по разделам 1-5, затрагивающих изучение рабочих процессов современных двигателей ТТМК.

Задание на самостоятельную проектную работу выдается на первом занятии.

Задание имеет общую структуру, но выполняется применительно к конкретной модели двигателя: «Техническая характеристика и особенности конструкции определенной модели двигателя ТТМК».

Выбор варианта задания, изучаемая модель двигателя выдается преподавателем по списку (таблица 7), либо согласуется преподавателем со студентом.

Выполнение самостоятельной проектной работы проводится в соответствии с методическими указаниями к выполнению самостоятельной проектной работы по дисциплине «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания». Самостоятельная проектная работа выполняется по мере изучения дисциплины, оформляется пояснительной запиской формата А4.

Возможные варианты моделей – прототипов автотракторных двигателей, предлагаемые для самостоятельной проектной работы представлены в таблице 7.

Таблица 7

Характеристики некоторых двигателей-прототипов

Вариант, модель	$N_e$ кВт	$n_{дн}$ об/мин	$M_{max}$ $N_M$	$i$	$\epsilon$	$D$ , мм	$S/D$	$iV_h$ , л
Двигатели бензиновые								
1 М-2140	55,2	5800	111,7	4р	8,8	82	0,85	1,5
2 ВАЗ-2121	58,8	5400	121,5	4р	8,5	79	1,01	1,57
3 ВАЗ-2108	46,9	5600	94,1	4р	9,9	76	0,93	1,3
4 ГАЗ-21А	62,5	4000	176,5	4р	7,65	92	1,00	2,445
5 ГАЗ-2416	88,3	5400	нд	6р	8,2	92	0,67	2,472
6 ЗМЗ-53	84,6	3200	284,4	8v	6,7	92	0,87	4,252
7 ЗМЗ-406.2	110,3	5200	252	4р	8,0	92	0,93	2,3
8 ЗИЛ-130	110,3	3200	402,1	8v	6,5	100	0,95	5,956
9 ЗИЛ-375	132,4	3200	465,8	8v	7,4	108	0,88	6,959

10	ЗИЛ-111	161,8	4200	441,3	8v	9,5	100	0,95	5,966
11	ЗИЛ-114	220,7	4500	578,6	8v	10,5	108	0,88	6,959
12	Audi Q5	165	6520	350	4p	9,6	82,5	0,88	1,99
13	BMW X5 III	225	5900	400	6h	10,2	84,0	0,93	2,98
14	Honda CR-V	110	6500	190	4p	10,6	81,0	0,83	2,0
15	Honda Accord	138	6400	245	4p	11,1	87,0	0,87	2,36
16	Hyundai ix 35	110	6200	192	4p	10,3	81	0,84	2,0
17	Mercedes B E	135	5500	300	4p	9,8	83	0,9	1,99
18	Toyota LC150	120	5200	246	4p	9,6	95,0	1,0	2,69
19	Ford F150 XII	302	5500	588	8v	9,8	101,6	1,33	6,1
20	Ford F150 XIII	268	5000	560	6v	10,0	92,5	1,05	3,49
дизели									
вариант	модель	N <sub>е</sub> кВт	n <sub>дн</sub> об/мин	M <sub>max</sub> H <sub>M</sub>	i	ε	D, мм	S/D	iV <sub>h</sub> , л
21	Д-21А1	18,4	1800	97,6	2	16,5	105	1,14	2,08
22	Д-144	46,4	2000	248,0	4p	16,5	105	1,14	4,94
23	Д-65	45,6	1750	269,5	4p	17,0	110	1,18	4,94
24	Д-200	147	1250	1123	6p	14	145	1,413	13,6
25	Д-240	56,5	2200	274,4	4p	16,0	110	1,137	4,75
26	Д-245	77,0	2200	375,2	4p	15,1	110	1,137	4,75
27	Д-240Т	73,6	2200	319,5	4p	16	110	1,137	4,8
28	Д-260Т	114,0	2100	596,8	6p	15,0	110	1,137	7,12
29	СМД-21	103,0	2000		4p	16,0	120	1,17	6,3
30	СМД-60	117,5	2000	647,8	6v	15,0	130	0,88	9,15
31	СМД-81	183,5	2100	960,0	8v	15,0	130	0,88	12,2
32	ЯМЗ 53402	140	2300	710	4p	нд	105	120	4,43
33	ЯМЗ 53411	125	2300	664	4p	нд	105	128	4,43
34	ЯМЗ 53676	330	2300	1374	6p		105	128	6,65
35	КАМАЗ 740-60	360	1900	1570	V8	16,8	120	130	11,76
36	КАМАЗ 740-65	240	1900	981	V8	16,8	120	130	11,76
37	КАМАЗ 740-10	210	2600	680	V8	17	120	120	10,86

### 3) Типовые вопросы для контроля выполнения самостоятельной проектной работы

1. Рабочий цикл бензинового двигателя и дизеля. Тепловой расчет двигателя. Исходные данные, методика расчета, анализ результатов.
2. Индикаторная диаграмма бензинового двигателя и дизеля.
3. Такты и процессы рабочего цикла.
4. Назначение каждого из рабочих процессов
5. «Геометрические» границы рабочих процессов
6. Основные характеристики процессов
7. Физико-химические процессы рабочего цикла.
8. Типичные нарушения процессов и их влияние на работу двигателя в эксплуатации.
9. Принципы работы и регулирования мощности силовых агрегатов»
10. Использование цифровых мультимедийных технологий/интернета для изучения принципов работы двигателей.
11. Процессы газообмена. Коэффициент остаточных газов. Определение параметров газообмена. Факторы, влияющие на процесс газообмена.
12. Коэффициент наполнения. Факторы, влияющие на коэффициент

- наполнения. Определение массы воздуха, поступившего в цилиндры двигателя.
13. Процесс сжатия. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на параметры процесса сжатия.
  14. Процесс сгорания. Определение теоретически необходимого количества кислорода и воздуха для сгорания топлива. Виды горючих смесей и ее влияние на показатели двигателя.
  15. Состав и количество газов в конце сгорания при  $\alpha > 1$ ;  $\alpha < 1$ . Влияние состава смеси на эксплуатационные показатели двигателя.
  16. Уравнение сгорания в двигателе с искровым зажиганием: определение  $T_z$  и  $P_z$ .
  17. Уравнение сгорания в дизеле и определение  $P_z$ ,  $T_z$ ,  $V_z$ .
  18. Процесс расширения. Факторы, влияющие на процесс расширения. Температура и давление газов в конце расширения.
  19. Характеристика индикаторных процессов рабочего цикла : работа , мощность, часовой и индикаторный расход топлива, индикаторный КПД. Эксплуатационные факторы, влияющие на индикаторный КПД.
  20. Определение индикаторных показателей двигателя ( $P_i$ ;  $N_i$ ;  $n_i$ ;  $g_i$ ).
  21. Составляющие внутренних/механических потерь двигателя: на трение, газообмен и привод вспомогательных агрегатов
  22. Эффективные показатели двигателя : работа , мощность, часовой и эффективный расход топлива, индикаторный КПД.
  23. Эксплуатационные факторы, влияющие на эффективный КПД.
  24. Тепловой баланс двигателя.

#### **4) Вопросы к экзамену по дисциплине «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания»**

1. Назначение, требования, классификация, виды ТТМК.
2. Виды силовых агрегатов ТТМК.
3. ДВС для ТТМК: назначение, принципиальные схемы, классификация.
4. Преимущества и недостатки дизелей, бензиновых и газовых двигателей
5. Компоновки двигателей и их систем на ТТМК
6. Рабочий цикл бензинового двигателя и дизеля. Основные отличия.
7. Индикаторная диаграмма бензинового двигателя и дизеля.
8. Такты и процессы рабочего цикла.
9. Назначение каждого из рабочих процессов
10. «Геометрические» границы рабочих процессов
11. Основные характеристики процессов
12. Физико-химические процессы рабочего цикла.
13. Типичные нарушения процессов и их влияние на работу двигателя в эксплуатации.
14. Принципы работы и регулирования мощности силовых агрегатов»
16. Использование цифровых мультимедийных технологий/интернета для изучения принципов работы двигателей.
17. Процессы газообмена. Коэффициент остаточных газов. Определение параметров газообмена. Факторы, влияющие на процесс газообмена.
18. Коэффициент наполнения. Факторы, влияющие на коэффициент

- наполнения. Определение массы воздуха, поступившего в цилиндры двигателя.
19. Процесс сжатия. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на параметры процесса сжатия.
20. Процесс сгорания. Определение теоретически необходимого количества кислорода и воздуха для сгорания топлива. Виды горючих смесей и ее влияние на показатели двигателя.
21. Состав и количество газов в конце сгорания при  $\alpha > 1$ ;  $\alpha < 1$ . Влияние состава смеси на эксплуатационные показатели двигателя.
22. Уравнение сгорания в двигателе с искровым зажиганием: определение  $T_z$  и  $P_z$ .
23. Основные периоды процесса сгорания топлива в двигателе с искровым зажиганием.
24. Уравнение сгорания в дизеле и определение  $P_z$ ,  $T_z$ ,  $V_z$ . Основные периоды процесса сгорания топлива в дизеле.
25. Процесс расширения. Факторы, влияющие на процесс расширения. Температура и давление газов в конце расширения.
26. Характеристика индикаторных процессов рабочего цикла : работа , мощность, часовой и индикаторный расход топлива, индикаторный КПД. Эксплуатационные факторы, влияющие на индикаторный КПД.
27. Определение индикаторных показателей двигателя ( $P_i$ ;  $N_i$ ;  $n_i$ ;  $g_i$ ).
28. Составляющие внутренних/механических потерь двигателя: на трение, газообмен и привод вспомогательных агрегатов
29. Эффективные показатели двигателя : работа , мощность, часовой и эффективный расход топлива, индикаторный КПД.
30. Эксплуатационные факторы, влияющие на эффективный КПД.
31. Нарушения рабочих процессов двигателей с искровым зажиганием: детонация и калильное зажигание.
32. Детонационное сгорание. Калильное зажигание. Эксплуатационные факторы, влияющие на их возникновение.
33. Нарушения рабочих процессов дизелей. Эксплуатационные факторы, влияющие на процесс сгорания. Жесткость работы двигателя, ее определение по индикаторной диаграмме. Влияние жесткости на долговечность двигателя.
34. Тепловой расчет двигателя. Исходные данные, методика расчета, анализ результатов. Тепловой баланс двигателя.
35. Регулировочные характеристики по углу зажигания или впрыскивания
36. Регулировочные характеристики по составу смеси бензинового двигателя и дизеля.
37. Нагрузочные характеристики бензинового двигателя и дизеля.
38. Скоростные характеристики бензинового двигателя и дизеля.
39. Регуляторные характеристики дизеля
40. Внешняя скоростная характеристика бензинового двигателя.
41. Кинематика КШМ. Перемещение, скорость и ускорение поршня.
42. Динамика КШМ. Силы и моменты, действующие на КШМ. Построение развернутой индикаторной диаграммы.
43. Определение поступательно движущих и вращательных масс КШМ.
44. Силы инерции первого и второго порядка. Диаграммы их изменения.



45. Определение сил и моментов действующих в КШМ.
46. Сила давления газов в цилиндре. Построение развернутой индикаторной диаграммы.
47. Тангенциальная сила и ее значение. Построение диаграммы. Определение среднего значения тангенциальной силы.
48. Крутящий и опрокидывающий момент.
49. Основные токсические компоненты отработавших газов
50. Условия образования токсичных компонентов
51. Нормы на выброс токсичных компонентов
52. Методы снижения токсичности отработавших газов агрегатов тракторов и автомобилей.
53. Цель и методика снятия регулировочной характеристики двигателя по углу опережения зажигания (или впрыскивания) и ее анализ.
54. Цель и методика снятия регулировочной характеристики по составу смеси бензинового двигателя (и дизеля) и ее анализ.
55. Цель и методика снятия внешней скоростной характеристики двигателя с искровым зажиганием и ее анализ.
56. Цель и методика снятия регуляторной характеристики дизеля и ее анализ.
57. Методы определения механических потерь двигателя и механического КПД.
58. Проверка прецизионных пар топливной аппаратуры. Проверка и настройка форсунок. Влияние работы форсунок на работу двигателя.
59. Цель и методика предварительной регулировки топливного насоса высокого давления на момент начала, равномерность и количество подачи топлива.
60. Цель и методика снятия характеристики топливного насоса по давлению начала впрыскивания топлива.
61. Цель и методика снятия скоростной и регуляторной характеристики топливного насоса. Анализ характеристики.
62. Цель и методика проверки и настройки регулятора частоты вращения.
63. Цель и методика регулирования аккумуляторных систем питания высокого давления впрыска.
64. Проверка электромагнитных форсунок бензинового двигателя.
65. Основные направления развития ДВС
66. Преимущества и недостатки двигателей с искровым зажиганием и дизелей.
67. Основные пути улучшения показателей двигателей легкого топлива.
68. Основные пути улучшения показателей дизелей.
69. Альтернативные виды топлива ДВС.
70. Альтернативные силовые агрегаты.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Итоги обучения в 6-м семестре по разделам 1, 2, 3, 4, 5 тестируются по представленным выше вопросам, отражающим выполнение практических занятий, расчетно-графической работы и освоение теоретической части курса.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера дисциплины. Знания оцениваются по четырех балльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии оценивания представлены в таблице 8.

Таблица 8

### Критерии оценивания на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Студент, выполнивший самостоятельную проектную работу на высоком качественном уровне; глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	Студент, выполнивший самостоятельную проектную работу на хорошем качественном уровне; практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Студент, выполнивший самостоятельную проектную работу; частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетов-	Студент, не справившийся с самостоятельной проектной работой; не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает зна-

рительно)	чительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. Компетенции по дисциплине не сформированы.
-----------	--

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Основы теории и расчета автотракторных двигателей / Богатырев А.В., Корабельников А.Н., Чумаков В.Л., - М.: Колос-с, 2021, - 280с.
2. Практикум по автотракторным двигателям / Корабельников А. Н., Насоновский М. Л., Чумаков В.Л. - М.: КолосС, 2010. - 240 с.
3. Автомобили / Есеновский Ю. К., Лашков Ю.К., Насоновский М.Л. - М.: Инфра-М, 2015. - 591 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания / Богатырев А. В., Корабельников А.Н., Чумаков В.Л. - М.: ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. - 79 с.
2. Богатырев А.В. Электронные системы мобильных машин. Учеб. пособие. –М.-ИНФРА-М, 2016 -224с.
3. Тракторы и автомобили / Корабельников А.Н., Чумаков В. Л. - М. : ФГБНУ "Росинформагротех", 2017. - 78 с.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

1. Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний. ГОСТ 1509-10.
2. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. ГОСТ 14846-11.
3. Топливная экономичность автотракторных средств. Номенклатура показателей и методы испытаний. ГОСТ 20306-10.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.**

При проведении практических занятий по конструкции тракторов и автомобилей преподавателями кафедры разработаны журналы практических занятий и журналы самостоятельной работы для практических занятий:

1. Журнал практических занятий по испытанию топливной аппаратуры и двигателей внутреннего сгорания.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Информационные центры России (открытый доступ).
2. Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) (интернет-ресурс, открытый доступ).
3. Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИ-Центр) (интернет-ресурс, открытый доступ).
4. Защита интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) (интернет-ресурс, открытый доступ).

5. Российский научно-технический центр по стандартизации (СТАНДАРТИН-ФОРМ) (интернет-ресурс, открытый доступ).

Типовые адреса интернет:

- <http://www.minenergo.gov.ru/activity/vie/> , открытый доступ
- <http://www.energsovet.ru/>, открытый доступ
- [http://www.gigavat.com/netradicionnaya\\_energetika\\_v\\_rossii.php](http://www.gigavat.com/netradicionnaya_energetika_v_rossii.php), открытый доступ
- <http://www.twirpx.com> , открытый доступ
- [http://agropraktik.ru/blog/Renewable\\_Energy/](http://agropraktik.ru/blog/Renewable_Energy/), открытый доступ
- <http://www.energy-fresh.ru/> , открытый доступ

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем Excel**

Таблица 10

**Перечень программного обеспечения**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела учебной дисциплины</b>	<b>Наименование программы</b>	<b>Тип программы</b>	<b>Автор</b>	<b>Год разработки</b>
1	Разделы 3,4: Модуль 1: «Тепловой расчет ДВС»	Microsoft office «Excel»	Расчетно-графическая работа	Microsoft	2022
2	Разделы 3, 4: Модуль 2: «Кинематический и динамический расчет ДВС»	Microsoft office «Excel»	Расчетно-графическая работа	Microsoft	2020

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Преподавание дисциплины «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» обеспечено полностью для проведения лекций, практических занятий и ведения научных исследований, связанных с тематикой дисциплины.

Для чтения лекций оборудованы 3 мультимедийных класса (№№ 223, 225, 232 26УК), оснащенных необходимым программным обеспечением для интерактивных лекций, включающих мультимедийные презентации, компьютерную анимацию, выход в интернет и т.д.

При проведении практических занятий по рабочим процессам ДВС используются аудитории, которые оснащены действующими макетами, разрезами узлов и агрегатов, отдельными деталями, проекционной и компьютерной аппаратурой, компьютерными программами (№№102, 216, 223, 225).

Практические занятия по изучению стандартов и методик испытания двигателей и их систем проводятся в специализированных аудиториях на стендовых установках, а также в условиях непосредственного использования действующей техники: боксы для испытаний топливной аппаратуры, моторные стенды для испытаний дизелей и бензиновых двигателей.

Таблица 11

## **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
26УК, ауд.114	<p>Действующие образцы дизельных двигателей:</p> <p>Трактор 6925сс инв.№ 210134000004086</p> <p>Трактор ВТЗ-2032 инв.№ 210134000004087</p> <p>Трактор компоновки 4-кл инв.№ 410124000602918</p> <p>Трактор Беларусь 82.1.57 инв.№ 410124000602923</p> <p>Трактор Агромаш 85ТКФ инв.№ 410125000600264</p> <p>Трактор Беларусь МТЗ-80 инв.№ 410134000001915</p> <p>Комплект диагностики бензиновых двигателей инв.№ 210134000002006</p>
26УК, ауд 116	<p>Действующие образцы дизельных двигателей:</p> <p>Трактор Claas Xerion 3000 инв.№ 210126000000003</p> <p>Трактор МТЗ-80 инв.№ 410134000001785</p> <p>Трактор Т-16М инв.№ 410134000001786</p>
26УК, ауд.139	<p>Мультимедийная аудитория:</p> <p>Компьютер инв.№ 210134000002419</p> <p>Мультимедийный проектор инв.№ 210134000002646</p> <p>Экран проекционный Projecta инв.№ 210134000003814</p> <p>Доска аудиторная мобильная инв.№ 210136000006561</p> <p>Монитор 17" LG Flatron EZ T730PU инв.№ 210134000003012</p> <p>Монитор 17" LG Flatron EZ T730PU инв.№ 210134000003011</p>
26УК, ауд.143	<p>Макеты разрезы двигателей:</p> <p>Двигатель А-41 инв.№ 410134000001389</p> <p>Двигатель Д-144-74 инв.№ 410134000001390</p> <p>Двигатель СМД-60 инв.№ 410134000001408</p> <p>Двигатель СМД-60 инв.№ 410134000002125</p>
26УК, ауд.144	<p>Мультимедийная лекционная аудитория</p> <p>Колонки "Swen" инв.№ 210136000005156</p> <p>Проектор мультимедийный Epson инв.№ 210134000002847</p> <p>Доска проекционная инв.№ 210136000004858</p>
26УК, ауд.102	<p>Мультимедийная лекционная аудитория:</p> <p>Компьютер инв.№ 210134000002155</p> <p>Компьютер инв.№ 210134000002845</p> <p>Монитор LG инв.№ 210134000002440</p> <p>Проектор инв.№ 210134000002144</p> <p>Экран проекционный инв.№ 210134000003813</p> <p>Принтер HP инв.№ 210134000002726</p>
26УК, ауд.223	<p>Мультимедийная лекционная аудитория:</p> <p>Компьютер инв.№ 210134000002155</p> <p>Компьютер инв.№ 210134000002845</p> <p>Монитор LG инв.№ 210134000002440</p> <p>Проектор инв.№ 210134000002144</p> <p>Экран проекционный инв.№ 210134000003813</p> <p>Принтер HP инв.№ 210134000002726</p>
6УК, ауд.216	<p>Стационарный компьютерный класс с программным обеспечением для самостоятельной работы – 20 компьютеров Неттон regatron, Телевизор LG 37 LD425 ЖК</p>

26УК, лаборатория №1	Стенд для испытания двигателей Двигатель УМЗ-4178 инв.№ 210134000002657 Газоанализатор АСКОМ-01 инв.№ 410134000001405
26УК, лаборатория №2	Стенд для испытания двигателей: Тормозной стенд САК - Н - 670 - инв.№ 410136000005423 Дизель Д-245.12 инв.№ 410134000001874
26УК, лаборатория №3	Стенды испытания топливной аппаратуры: Стенд ЭНЦ-108 "Мотерпал" инв.№ 410134000001914 Установка ТТ-041 инв.№ 210134000002745 <del>Топливный насос ТНВД АУТИН инв.№ 410134000001877</del>
26УК, лаборатория №4	Стенд для испытаний двигателей: Пульт управления инв.№ 410134000001736 Двигатель ВАЗ 20083 инв.№ 410136000005412
26УК, лаборатория №5	Стенд для испытания двигателей: Тормозной стенд ГДР 125- инв.№ 410136000005299 Двигатель Д-21-А1 инв.№ 410134000001392
26УК, лаборатория №6	Стенд для испытания двигателей: Пульт управления инв.№ 410134000001736 Двигатель Д-240 инв.№ 410134000001846
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, ... Читальные залы библиотеки	Студенты обеспечены основной и дополнительной литературой и возможностью работы в читальных залах библиотеки
Общежитие университета № 4. Комнаты для самоподготовки	Студенты обеспечены также возможностью работы в комнатах самоподготовки студентов в общежитиях университета.

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости: лекции (занятия лекционного типа); практические занятия (групповые практические занятия семинарского типа); самостоятельная проектная работа (выполнение практических занятий, графическая интерпретация); групповые консультации; индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся; самостоятельная работа обучающихся; он-лайн обучающий курс «Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания».

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практические занятия проводятся подгруппами по 4-8-12 человек. Каждая подгруппа занимается в специализированной лаборатории или аудитории. Сложность изучения дисциплины определяется необходимостью хорошей базовой подготовки по ранее изученным фундаментальным и специальным дисциплинам:



математике, физике, химии, гидравлике, деталям машин, теории механизмов и машин, инженерной графике, теплотехнике и термодинамике.

Для освоения учебного материала требуется изучение теоретического материала по дисциплине, работа с действующими макетами, разрезами узлов и механизмов, отдельных деталей. Разделы дисциплины по конструкции и теории двигателя требуют личного участия в проведении испытаний топливной аппаратуры, двигателя. Следует учитывать, что лабораторные занятия по проверке и настройке топливной аппаратуры, испытанию двигателей тракторов и автомобилей полностью базируются на знании конструкции современных тракторов и автомобилей.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции. курса.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан их отработать в индивидуальном порядке или со студенческой группой; в обоих случаях под контролем преподавателя или учебного мастера. Отработка пропущенных занятий выполняется в течение семестра с другой учебной группой либо индивидуально, или по расписанию кафедры в конце семестра.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, поэтапное выполнение расчетно-графических работ.

Обязательным условием является изучение он-лайн курса и представленное там тестирование по разделам

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Преподавание дисциплины «Рабочие процессы в двигателях внутреннего сгорания» предъявляет высокие требования к научно-педагогической квалификации преподавателей и ее постоянному совершенствованию в связи с постоянным процессом совершенствования современных конструкции силовых агрегатов ТТМК, а также внедрения новых образовательных технологий.

Усвоение курса учащимися возможно только при сочетании глубоких теоретических знаний в сочетании с обеспечением практических знаний техники и навыков по ее грамотной эксплуатации, проведению технического обслуживания и ремонта.

В преподавании курса необходимо использование сочетание традиционных методов обучения, с активными формами участия учащихся в образовательном процессе и контролем самостоятельной работы студентов.

### **Программу разработал:**

Чумаков Валерий Леонидович, к.т.н., профессор

---

(подпись)