

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

доцент И.Н. Гужин

(уч. звание И.О. Фамилия)

« 16 » _____ 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОТЕХНИКА»

Направление подготовки: 35.03.06 «Агроинженерия»

Профиль: Технические системы в агробизнесе

Электрооборудование и электротехнологии

Технический сервис в АПК

Название кафедры: Тракторы и автомобили

Квалификация: бакалавр

Формы обучения: очная, заочная

Кинель 2019

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теплотехника» является формирование у обучающихся компетенций по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты, по выбору и эксплуатации теплотехнического оборудования для нужд сельского хозяйства в целях максимальной экономии топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и материалов, по методам интенсификации технологических процессов, использования вторичных энергоресурсов и защиты окружающей среды.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины необходимо решить следующие задачи:

- формирование у студентов знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов;
- изучение способов теплообмена, расчета теплообменных аппаратов, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов и других теплотехнических устройств, применяемых в сельском хозяйстве;
- формирование умений рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамических процессов и циклов, теплообменных процессов и аппаратов;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии, тепловой защите и организации систем охлаждения.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.27 «Теплотехника» относится к обязательной части Блока 1. «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина изучается в 4 семестре на 2 курсе в очной форме обучения, в 4 и 5 семестрах на 2 и 3 курсах заочной формы обучения.

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ /ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП):

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (Содержание компетенций)	Индикаторы достижения результатов обучения по дисциплине
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. УК-2.3. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за уста-

		новленное время.
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1. Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии ОПК-1.2. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии ОПК-1.3. Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии
ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии ОПК-5.2. Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 часа.

для очной формы обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость дисциплины		Семестр
		Всего часов	Объем контактной работы	
Аудиторная контактная работа (всего)		72	72	72
в том числе:	Лекции	28	28	28
	Лабораторные работы	26	26	26
	Практические занятия	18	18	18
Самостоятельная работа студента (всего), в том числе:		72	6,35	72
СРС в семестре:	Самостоятельное изучение теоретического материала и подготовка к лекциям	17	3,6	17
	Подготовка к практическим занятиям	4	-	4
	Подготовка к лабораторным работам	6	-	6
	Расчетно-графическая работа	18	0,4	18
СРС в сессию:	Экзамен	27	2,35	27
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		экзамен	-	экзамен
Общая трудоемкость, час.		144	78,35	144
Общая трудоемкость, зачетные единицы		4	-	4

для заочной формы обучения

Вид учебной работы		Трудоемкость дисциплины		Семестр	
		Всего часов	Объем контактной работы	4	5
Аудиторная контактная работа (всего)		14	14	8	6
в том числе:	Лекции	6	6	4	2
	Лабораторные работы	6	6	4	2
	Практические занятия	2	2	-	2
Самостоятельная работа студента (всего), в том числе:		130	2,35	28	102
СРС в семестре:	Самостоятельное изучение теоретического материала и подготовка к лекциям	105	-	20	85
	Подготовка к практическим занятиям	4	-	-	4
	Подготовка к лабораторным работам	12	-	8	4
СРС в сессию:	Экзамен	9	2,35		9
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		экзамен	-	-	экзамен
Общая трудоемкость, час.		144	16,35	36	108
Общая трудоемкость, зачетные единицы		4	-	1	3

4.2 Тематический план лекционных занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, ч
1	Введение. Теплоемкость. Газовые смеси	2
2	Калорические параметры состояния идеального газа	2
3	Исследование политропных процессов	2
4	Исследование идеальных циклов ДВС	2
5	Теплопроводность при стационарном режиме	2
6	Конвективный теплообмен	2
7	Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку	2
8	Расчет теплообменных аппаратов	2
9	Тепловой режим помещений предприятий сельскохозяйственного назначения	2
10	Теплогенерирующие устройства. Котельные установки	2
11	Системы теплоснабжения предприятий сельскохозяйственного назначения	2
12	Обогрев помещений защищенного грунта	2
13	Сушка продуктов сельскохозяйственного производства	2
14	Направления экономии энергетических ресурсов в отрасли.	2
Всего:		28

для заочной формы обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудо-емкость, ч
1	Теплопроводность при стационарном режиме	2
2	Конвективный теплообмен. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку	2
3	Расчет теплообменных аппаратов	2
Всего:		6

4.3 Тематический план практических занятий

для очной формы обучения

№ п/п	Темы практических занятий	Трудо-емкость, ч
1	Уравнение состояния рабочего тела. Смеси идеальных газов. Теплоемкость газов	2
2	Теплоемкость, энтальпия и энтропия идеальных газов	2
3	Исследование политропных процессов	2
4	Исследование идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания	2
5	Теплопроводность при стационарном режиме	2
6	Конвективный теплообмен при свободной и вынужденной конвекции	2
7	Теплопередача	2
8	Расчет теплообменных аппаратов	2
9	Расчет тепловых потерь помещений	2
Всего:		18

для заочной формы обучения

№ п/п	Темы практических занятий	Трудо-емкость, ч
1	Теплопередача	2
Всего:		2

4.4 Тематический план лабораторных работ

для очной формы обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудо-емкость, ч
1	Исследование изотермического процесса	2
2	Исследование изобарного процесса	2
3	Определение теплоемкости методом динамического калориметрирования	2
4	Определение удельной теплоты парообразования воды.	2
5	Водяной пар. Определение параметров водяного пара с помощью h,s - диаграммы водяного пара.	2
6	Влажный воздух. Определение параметров влажного воздуха с помощью h,d - диаграммы влажного воздуха.	2
7	Изучение принципа работы парокомпрессорной холодильной установки	2
8	Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха	2

9	Испытание рекуперативного теплообменного аппарата.	2
10	Изучение способов измерения температуры. Градуировка термометра сопротивления .	2
11	Исследование системы отопления с естественной циркуляцией.	2
12	Изучение конструкции и принципа действия теплового счетчика.	2
13	Изучение конструкции и принципа работы паровых и водогрейных котлов.	2
Всего:		26

для заочной формы обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудо-емкость, ч
1	Определение теплоёмкости методом динамического калориметрирования	2
2	Определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении воздуха	2
3	Исследование системы отопления с естественной циркуляцией.	2
Всего:		6

4.5 Самостоятельная работа

для очной формы обучения

Номер раздела (темы)	Вид самостоятельной работы	Название (содержание работы)	Объем, акад. часы
	Самостоятельное изучение теоретического материала и подготовка к лекциям	Осмысление и закрепление теоретического материала в соответствии с содержанием лекционных занятий. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, поиск и сбор информации по дисциплине в периодических печатных и интернет-изданиях, на официальных сайтах.	17
	Подготовка к практическим занятиям	Работа с учебно-методической литературой курса, работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы), ответы на контрольные вопросы.	4
	Подготовка к лабораторным работам	Работа с учебно-методической литературой курса, работа над учебным материалом (учебника, нормативных документов, дополнительной литературы, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет), ответы на контрольные вопросы.	6
	Расчётно-графическая работа	Расчёт тепловых потерь через ограждающие конструкции помещения. Определение общих термических сопротивлений ограждающих конструкций, определение основных, добавочных и общих тепловых по-	18

		терь помещения согласно индивидуального задания, предусматривающего варианты исполнения наружных стен, бесчердачных перекрытий, полов, окон и дверей, а также варианты расположения помещений по сторонам света.	
	Подготовка к экзамену	Повторение и закрепление изученного материала.	27
	Итого		72

для заочной формы обучения

Номер раздела (темы)	Вид самостоятельной работы	Название (содержание работы)	Объем, акад. часы
	Самостоятельное изучение теоретического материала и подготовка к лекциям	<p>Осмысление и закрепление теоретического материала в соответствии с содержанием лекционных занятий. Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, поиск и сбор информации по дисциплине в периодических печатных и интернет-изданиях, на официальных сайтах по следующим вопросам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Теплоёмкость. Газовые смеси. - Калорические параметры состояния идеального газа. - Исследование политропных процессов. - Исследование идеальных циклов двс. - Фазовые переходы. - Циклы холодильных установок. - Водяной пар. - Влажный воздух. - Теплообмен излучением. - Тепловой режим помещений - Котельные установки. - Обогрев сооружений защищенного грунта. - Сушка продуктов сельскохозяйственного производства. - направления экономии энергетических ресурсов. - Охрана окружающей среды. 	105
	Подготовка к практическим занятиям	Работа с учебно-методической литературой курса, работа над учебным материалом (учебника, дополнительной литературы), ответы на контрольные вопросы.	4
	Подготовка к лабораторным работам	Работа с учебно-методической литературой курса, работа над учебным материалом (учебника, нормативных документов, дополнительной литературы, в том числе с материалами, полученными по сети Интернет), ответы на контрольные вопросы.	12

	Подготовка к экзамену	Повторение и закрепление изученного материала.	9
	Итого		130

5 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендации по использованию материалов рабочей программы дисциплины

Работу с настоящим учебно-методическим комплексом следует начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, где особое внимание следует обратить на вопросы, вынесенные для самостоятельного изучения.

Изучая дисциплину «Теплотехника» кроме формирования знаний по преобразованию энергии, законов термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, изучения способов теплообмена, расчета теплообменных аппаратов, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов и других теплотехнических устройств, применяемых в сельском хозяйстве, студенту необходимо формировать умения связанные с расчетом термодинамических процессов, циклов, теплообменных аппаратов.

Необходимо овладеть навыками самостоятельной работы со справочной документацией и проведения термодинамических расчетов рабочих процессов в теплотехнических устройствах.

При подготовке к лабораторным работам, особое внимание необходимо уделять методике проведения исследования и изучать конструкцию испытательных установок.

5.2. Пожелания к изучению отдельных тем курса

Дисциплина «Теплотехника» основывается на дисциплинах «Химия» и «Физика», поэтому при изучении законов термодинамики, термодинамических процессов, циклов двигателей внутреннего сгорания необходимо повторить соответствующие разделы в указанных дисциплинах.

Изучая законы теплообмена необходимо обратить внимание на способы интенсификации теплообмена и способы снижения потерь теплоты в окружающую среду.

При изучении раздела использования теплоты в сельском хозяйстве необходимо обратить внимание на использование теплоты в сооружениях защищенного грунта и способах сушки продуктов сельскохозяйственного производства.

Особое внимание надо уделять вопросам защиты окружающей среды от тепловых выбросах в атмосферу двигателями внутреннего сгорания, котельными установками, вопросам экономии теплоэнергетических ресурсов и использованию альтернативных источников энергии.

5.3. Рекомендации по работе с литературой

Согласно требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования основным литературным источником по данной дисциплине является учебник:

Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3900>

Для более глубокого изучения теплосиловых установок и систем теплоснабжения, необходимо использование имеющихся в библиотеке ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА учебных пособий:

5.4. Советы по подготовке к экзамену

При подготовке к экзамену, рекомендуется заблаговременно изучить и законспектировать вопросы, вынесенные на самостоятельную подготовку.

Опыт приема экзамена выявил, что наибольшие трудности при проведении экзамена возникают по следующим вопросам:

- Водяной пар. T-s и H-s – диаграммы водяного пара;
- Влажный воздух. H-d – диаграмма влажного воздуха;
- Идеальный цикл компрессорной паровой холодильной машины.

Изображение цикла в p-v и T-s диаграммах. Графоаналитический анализ цикла. Холодильный коэффициент и его анализ;

- Теория подобия. Критерии подобия;
- Средний логарифмический температурный напор, почему вводится такое понятие?;

Для того чтобы избежать трудностей при ответах на вопросы рекомендуем при подготовке к экзамену более внимательно изучить разделы с использованием основной и дополнительной литературы, конспектов лекций, конспектов лабораторных работ, ресурсов Интернет.

6 ОСНОВНАЯ, ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»:

6.1 Основная литература:

6.1.1. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3900>

6.1.2. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) : учебное пособие [Текст] / С. С. Смирнов, А. В. Смирнова, Н. И. Стоянов. – Ставрополь: изд-во СКФУ, 2014. – 226 с. <http://rucont.ru/efd/304188>

6.2 Дополнительная литература:

6.2.1 Кувшинова, А.С. Техническая термодинамика и теплотехника: Учебно-методическое пособие [Текст] / А.С. Кувшинова. – Иваново: Ивановский государственный химико-технологический университет, 2011. – 83 с. <http://rucont.ru/efd/142163>

6.2.2 Осипов, Н.Е. Теплотехника: Учебный справочник [Текст] / Н.Е. Осипов. – изд-во ЛКИ, 2008. – 81 с. <http://rucont.ru/efd/145416>

6.2.3 Баранов, В.Н. Методика теплового расчета паровых котлов Учебное пособие [Текст] / В.Н. Баранов. – НГТУ, 2009. – 138 с. <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/3512>

6.2.4 Болдашев, Г.И. Теплотехника: методические рекомендации для решения задач [Текст] / Г.И. Болдашев, Н.Г. Болдашева, М.В. Борисова. – Кинель, РИЦ СГСХА, 2010. – 45 с. [65]

6.2.5 Болдашев, Г.И. Теплотехника: методические указания для выполнения лабораторных работ [Текст] / Г.И. Болдашев, Н.Г. Болдашева, М.В. Борисова. – Кинель, РИЦ СГСХА, 2010. – 85 с. [69]

6.2.6 Болдашев, Г.И. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции помещения : методические указания [Электронный ресурс] / Болдашев Г.И., Черников О.Н. — Самара : РИЦ СГСХА, 2017 .— 30 с. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/639928>

6.3 Программное обеспечение:

6.3.1 Microsoft Windows 7 Профессиональная 6.1.7601 Service Pack 1;

6.3.2 Microsoft Windows SL 8.1 RU AE OLP NL;

6.3.3 Microsoft Office Standard 2010;

6.3.4 Microsoft Office стандартный 2013, лицензия;

6.3.5 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - стандартный Russian Edition;

6.3.6 WinRAR:3.x: Standard License – educational –ЕХТ;

6.3.7 7 zip (свободный доступ).

6.4 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных:

6.4.1 Национальный цифровой ресурс «Руконт» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://rucont.ru> – Загл. с экрана.

6.4.2 Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru> – Загл. с экрана.

6.4.3 РОССТАНДАРТ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.gost.ru/portal/gost/> – Загл. с экрана.

6.4.4 Справочная правовая система «Консультант Плюс» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://consultant.ru/> – Загл. с экрана.

6.4.5 Справочно-правовая система «Гарант» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.garant.ru> – Загл. с экрана.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, ауд. 3119. <i>Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А.</i>	Учебная аудитория на 160 посадочных мест, укомплектованная специализированной мебелью (столы, лавки, стулья, учебная доска) и техническими средствами обучения (компьютер Intel Pentium, монитор Асег, проектор ACER X1278H, экран с электроприводом, микшер Mackie, усилитель).
Учебная аудитория для проведения	Учебная аудитория на 160 посадочных мест, уком-

<p>занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, ауд. 3218. <i>Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А.</i></p>	<p>плептованная специализированной мебелью (столы, лавки, стулья, учебная доска) и техническими средствами обучения (компьютер, монитор Acer, проектор ACER X1278H, экран проекционный, микшер Mackie, усилитель, микрофон конференционный).</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, 3202. (Лаборатория теплотехники). <i>Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А.</i></p>	<p>Учебная аудитория на 40 посадочных мест, укомплектованная специализированной мебелью (столы, стулья, учебная доска) и техническими средствами обучения (проектор, ноутбук, экран). Стенд «Система отопления». Лабораторная установка для определения коэффициента теплоотдачи вертикальной трубы при свободном движении воздуха. Измеритель теплоемкости ИТ-с-400. Лабораторная установка по численному и экспериментальному исследованию политропных процессов.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации, 3206. (Лаборатория теплотехники). <i>Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А.</i></p>	<p>Аудитория на 14 посадочных мест, укомплектованная специализированной мебелью (столы, стулья, шкаф, учебная доска). Лабораторные установки: 1. Для изучения способов измерения температуры и градуировки термометра сопротивления 2. Для определения удельной теплоты парообразования воды. 3. Для испытания рекуперативного теплообменного аппарата. 4. Измеритель теплопроводности ИТ-λ-400. Макеты: 1. Паровой котел КВ-300. 2. Тепловой счетчик.</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы, ауд. 3310а (читальный зал). <i>Самарская обл., г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, д. 8А.</i></p>	<p>Помещение на 6 посадочных мест, укомплектованное специализированной мебелью (компьютерные столы, стулья) и оснащенное компьютерной техникой (6 рабочих станций), подключенной к сети «Интернет» и обеспечивающей доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор EPSON H720D, экран.</p>

8 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1 Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится

при изучении теоретического материала, выполнении заданий на практических занятиях, сдаче отчетов по лабораторным работам и выполнение расчётно-графической работы. Текущему контролю подлежит посещаемость обучающихся аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

8.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Оценочные средства для проведения текущей аттестации

Темы лабораторных работ

Работа №1 Исследование изотермического процесса.

Работа № 2 Исследование изобарного процесса.

Работа №3 Определение теплоёмкости методом динамического калориметрирования.

Работа №4 Определение удельной теплоты парообразования.

Работа №5 Водяной пар. h,s -диаграмма водяного пара.

Работа №6 Влажный воздух. h,d -диаграмма влажного воздуха.

Работа №7 Холодильные установки.

Работа №8 Определение коэффициента теплоотдачи трубы при свободном движении воздуха.

Работа №9. Испытание теплообменного аппарата.

Работа №10. Приборы и устройства для измерения температуры. Градуировка термометра сопротивления.

Работа №11. Тепловой счётчик. Устройство и принцип работы.

Работа №12. Система отопления с естественной циркуляцией.

Работа №13. Котельные установки.

Критерии и шкала оценки защиты лабораторных работ:

- оценка «зачтено» выставляется студентам, если они свободно владеют материалом, знают назначение узлов и принцип работы установок, умеют выполнять лабораторные работы, обрабатывать результаты опытов и делать выводы по результатам испытаний, знают ответы на контрольные вопросы;

- оценка «не зачтено» выставляется студентам, не владеющим основополагающими знаниями по поставленному вопросу, если они не могут прочитать схему и объяснить принцип работы установки, не могут работать на лабораторной установке, обрабатывать полученные материалы и делать выводы по результатам эксперимента, а также не исправляют своих ошибок после наводящих вопросов.

Темы практических задач

Занятие №1. Уравнение состояния рабочего тела. Смеси идеальных газов.

Занятие №2. Теплоёмкость, энтальпия и энтропия идеальных газов.

Занятие №3. Исследование политропных процессов.

Занятие №4. Исследование идеальных циклов двигателей внутреннего сгорания.

Занятие №5. Теплопроводность при стационарном режиме.

Занятие 6. Конвективный теплообмен при свободной и вынужденной конвекции.

Занятие №7. Теплопередача.

Занятие №8. Расчёт теплообменных аппаратов.

Занятие №9. Расчёт тепловых потерь помещений

Критерии и шкала оценки практических занятий:

Оценка результатов обучения на практических занятиях проводится по 4-х балльной шкале по количеству правильно решенных типовых задач:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он решил пять типовых задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он решил четыре типовые задачи;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он решил три типовые задачи;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он решил

Тема расчетно-графической работы:

Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции помещений.

Критерии и шкала оценки за расчетно-графическую работу:

- оценка «зачтено» ставится студенту, если в пояснительной записке содержится правильное и полное решение поставленной в задании задачи, при правильном оформлении пояснительной записки и графической части расчетно-графической работы;

- оценка «не зачтено» ставится студенту при неверном результате решения или не достаточно полном изложении хода решения, а также при неправильном оформлении пояснительной записки и графической части расчетно-графической работы.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Экзамен по дисциплине проводится по билетам.

Пример экзаменационного билета
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Самарский государственный аграрный университет»

Направление подготовки: 35.06.03 Агроинженерия

Профили: Технические системы в агробизнесе; Электрооборудование и электротехнологии; Технический сервис в агропромышленном комплексе

Кафедра: Тракторы и автомобили

Дисциплина «Теплотехника»

Билет на экзамен № 1

1. Энергетика и её значение в сельском хозяйстве.
2. Способы передачи теплоты и количественные характеристики переноса теплоты.
3. Состояние 10 кг кислорода характеризуется параметрами $p_1=15$ МПа и $t_1=200^\circ\text{C}$.
Определить объем кислорода.

Составитель _____ Г.И. Болдашев
(подпись)

Заведующий кафедрой _____ О.С. Володько
(подпись)

«___» _____ 20 г.

Перечень вопросов к экзамену

1. Значение энергетики в сельском хозяйстве.
2. Основные понятия и определения технической термодинамики. Уравнение состояния.
3. Смеси идеальных газов. Закон Дальтона. Молекулярная масса.
4. Понятие о теплоёмкости. Виды теплоёмкостей. Связь между ними. Уравнение Майера. Определение количества теплоты.
5. Первый закон термодинамики. Энтальпия газов.
6. Энтропия газов. Уравнения для определения энтропии в термодинамических процессах.
7. Общая формулировка второго закона термодинамики.
8. Термодинамика потоков.
9. Фазовые переходы.
10. Частные процессы изменения состояния газов.
11. Политропный процесс изменения состояния газов. Вывод уравнения политропы.
12. Изображение политропных процессов в p,V - и T,s -координатах. Анализ политропных процессов.
13. Исходные положения при исследовании циклов двигателей внутреннего сгорания. Параметры циклов. Отличие их от реальных.
14. Идеальный цикл двс с подводом теплоты при постоянном объёме.

15. Исследование цикла двс с подводом теплоты частично при $v=\text{const}$ и частично при $p=\text{const}$.
16. Сравнение идеальных циклов двс.
17. Способы передачи теплоты и количественные характеристике переноса теплоты.
18. Закон Фурье – основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Температурный градиент.
19. Теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую стенку
20. Теплопроводность через однослойную цилиндрическую и многослойную цилиндрическую стенки.
21. Общие понятия конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона–Рихмана. Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи.
22. Числа подобия, определяющие конвективный теплообмен.
23. Обобщенные математические зависимости в процессах конвективного теплообмена.
24. Передача теплоты через плоскую однослойную и многослойную стенки. Термическое сопротивление теплопередаче.
25. Теплопередача теплоты через цилиндрические однослойную и многослойную стенки. Линейный коэффициент теплопередачи.
26. Теплообмен излучением. Коэффициент теплоотдачи излучением.
27. Типы теплообменных аппаратов.
28. Основные положения теплового расчёта теплообменных аппаратов.
29. Определение среднего температурного напора теплообменного аппарата.
30. Классификация котлов. Их устройство и основные понятия: поверхность нагрева, зеркало испарения, паровое и водяное пространство, огневая линия.
31. Принципиальная схема котла КВ-300 и технологический процесс получения водяного пара.
32. Принцип работы паровой компрессорной холодильной установки. Схема установки. T,s -диаграмма.
33. Принцип работы абсорбционной холодильной установки. Холодильный коэффициент. Схема установки.
34. Влажный воздух. Общие сведения. Влагосодержание, абсолютная и относительная влажность. Решение задач с помощью h,d -диаграммы влажного воздуха.
35. Основные термодинамические процессы водяного пара. Решение задач с помощью h,s -диаграммы водяного пара.
36. Теплофизические характеристики ограждающих конструкций помещения предприятий автомобильного транспорта.
37. Расчет потерь теплоты помещением.
38. Виды теплогенерирующих установок.
39. Технология производства теплоты котельной установкой.

40. Системы теплоснабжения предприятий.
41. Годовой расход теплоты и топлива.
42. Цикл тепловых насосов.
43. Коэффициент преобразования теплоты.
44. Топливо и основы горения.
45. Охрана окружающей среды.
46. Использование вторичных энергетических ресурсов.
47. Основные направления экономии энергоресурсов в отрасли.
48. Водяной пар с начальными параметрами $t_1=500^\circ\text{C}$ и $p_1=5000$ кПа адиабатно расширяется до давления $p_2=500$ кПа. Определить температуру в конце адиабатного расширения.
49. Водяной пар имеет давление $p=1$ МПа и энтальпию $h=3200$ кДж/кг. Определить теплоту, затраченную на перегрев пара.
50. Водяной пар массой 5 кг имеет давление 0,4 МПа и степень сухости 0,9. Сколько теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть его до температуры 400°C ?
51. С помощью психрометра были определены температуры: сухого термометра 35°C , а мокрого термометра 20°C . Определить энтальпию воздуха пользуясь h,d -диаграммой.
52. Влажный воздух имеет температуру 60°C и относительную влажность 10 %. С помощью h,d -диаграммы определить, сколько воды испарит 15 кг воздуха, если он будет насыщаться до $\varphi=80$ %?
53. Влажный воздух с параметрами: $t_1=75^\circ\text{C}$ и $\varphi=20$ % охлаждается до $t_2=20^\circ\text{C}$. Сколько влаги выделится из 50 кг воды.
54. Водород массой 2 кг адиабатно расширяется от параметров $p_1=8$ МПа и $t_1=247^\circ\text{C}$ до параметров $p_2=1$ МПа и $t_2=17^\circ\text{C}$. Определить работу расширения водорода.
55. Азот массой 5 кг изменяет свое состояние по политропе $n=1,2$. Температура в процессе увеличилась с $T_1=300$ К до $T_2=700$ К. Определить изменение энтропии в процессе.
56. Состояние 10 кг кислорода характеризуется параметрами $p_1=15$ МПа и $t_1=200^\circ\text{C}$. Определить объем кислорода.
57. В политропном процессе к 1 кг углекислого газа подводится 150 кДж теплоты, и он совершает работу в 200 кДж. Определить изменение внутренней энергии, если начальное давление $p_1=1$ МПа.
58. Определите, подводится или отводится теплота в политропном процессе расширения при $n=10$? Показать решение задачи графически в p,v - и T,s -координатах.
59. Азот имеет следующие параметры: $V_1=6$ м³, $p=0,9$ МПа, $T_1=723$ К. Определить температуру азота в конце изобарного расширения, если его внутренняя энергия увеличилась на $\Delta U=600$ кДж. Изобарная теплоемкость азота $c_p=1,05$ кДж/(кг·К).
60. В цикле двс с комбинированным подводом теплоты начальная температура воздуха $T_1=310$ К, степень сжатия $\varepsilon=18$, степень повышения дав-

ления $\lambda=1,6$, степень предварительного расширения $\rho=1,4$. Определить подведенную теплоту q_1 .

61. В цикле двс с подводом теплоты при $v=\text{const}$ степень сжатия $\varepsilon=8$, начальная температура $T_1=323\text{K}$, подведенная теплота $q_1=1200$ кДж/кг. Определить термический КПД цикла.

62. Двигатель внутреннего сгорания с подводом теплоты при постоянном объеме. Рабочее тело воздух с параметрами: $T_1=308\text{ K}$, $\varepsilon=9$, $\lambda=1,7$. Определить отведенную теплоту q_2 .

63. В цикле двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом теплоты и степенью сжатия $\varepsilon=8$, отводимая теплота $q_2=400$ кДж/кг. Определить получаемую полезную работу, если в качестве рабочего тела используется воздух.

64. В цикле ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме отводится $q_2=500$ кДж/кг теплоты. Полезная работа 400 кДж/кг. Определить термический КПД и степень сжатия, если рабочее тело обладает свойствами воздуха.

65. Плоская поверхность нагрева котла площадью 5 м^2 и толщиной 12 мм имеет коэффициент теплопроводности $\lambda=50$ Вт/(м·К). Температура дымовых газов 800°C , температура кипящей воды 150°C , коэффициенты теплоотдачи от газов к стенке 100 Вт/($\text{м}^2\cdot\text{K}$), от стенке к воде 5000 Вт/($\text{м}^2\cdot\text{K}$). Определить тепловой поток.

66. Через плоскую металлическую стенку котла толщиной $\delta=10$ мм от газов к кипящей воде проходит удельный тепловой поток $q=50$ кВт/м². Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{cm}=50$ Вт/(м·К). Определить перепад температуры Δt на поверхностях стенки.

67. Определить тепловой поток через поверхность $l=2$ м паропровода с внутренним диаметром $d=100$ мм и толщиной стенки $\delta_1=5$ мм, изолированного двумя слоями тепловой изоляции $\delta_2=30$ мм и $\delta_3=40$ мм. Коэффициенты теплопроводности трубы и изоляции соответственно $\lambda_1=55$ Вт/(м·К), $\lambda_2=0,037$ Вт/(м·К) и $\lambda_3=0,14$ Вт/(м·К). Температура на внутренней поверхности трубопровода $t'=300^\circ\text{C}$ и наружной поверхности изоляции $t''=55^\circ\text{C}$.

68. Определить коэффициент теплопроводности кирпичной стенки толщиной $\delta=200$ мм, если температура на внутренней поверхности стенки $t'=300^\circ\text{C}$ и на наружной $t''=60^\circ\text{C}$. Потери теплоты через стенку $q=400$ Вт/м².

69. Вертикальный неизолированный трубопровод с наружным диаметром $d=80$ мм, высотой $h=3$ м омывается воздухом, средняя температура которого $t_e=20^\circ\text{C}$. Температура поверхности трубопровода $t_c=60^\circ\text{C}$. Определить потерю теплоты трубопроводом.

70. Определить необходимую толщину изоляции, если допустимые температуры ее поверхностей $t'=350^\circ\text{C}$ и $t''=50^\circ\text{C}$, а удельный тепловой поток через изоляцию не должен превосходить $q=450$ Вт/м². Коэффициент теплопроводности изоляции $\lambda=0,12$ Вт/(м·К).

71. Определить тепловой поток через кирпичную стенку толщиной $\delta_1=300$ мм, покрытую слоем штукатурки толщиной $\delta_2=50$ мм. Теплопроводность кирпича $\lambda_1=0,93$ Вт/(м·К), а штукатурки – $\lambda_2=0,093$ Вт/(м·К). Темпера-

тура воздуха внутри помещения $t_1=18^\circ\text{C}$, а снаружи $t_2=-30^\circ\text{C}$. Коэффициенты теплоотдачи равны соответственно $\alpha_1=8 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ и $\alpha_2=17,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

72. Горячее водоснабжение осуществляется неизолированным трубопроводом длиной $l=30 \text{ м}$ с внутренним диаметром $d_1=80 \text{ мм}$, толщиной стенки $\delta=3 \text{ мм}$, коэффициентом теплопроводности $\lambda=50 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Определить потерю теплоты с его поверхности, если температура воды $t_g=90^\circ\text{C}$, наружная температура $t_n=15^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы $\alpha_1=5000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ и от трубы к воздуху $\alpha_2=5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

73. Определить плотность теплового потока и температуру на внутренней поверхности паропровода $d_1=200 \text{ мм}$, изолированного слоем изоляции толщиной $\delta_2=100 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=0,11 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Толщина стенки паропровода $\delta_1=16 \text{ мм}$, температура пара $t_1=250^\circ\text{C}$ и наружного воздуха $t_2=30^\circ\text{C}$. Принять коэффициенты теплоотдачи со стороны пара $\alpha_1=100 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ и со стороны воздуха $\alpha_2=9,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

74. Плоская стальная стенка толщиной $\delta_c=14 \text{ мм}$, покрытая слоем накипи со стороны воды $\delta_n=0,8 \text{ мм}$, омывается с одной стороны горячими газами с температурой $t_1=740^\circ\text{C}$, а с другой стороны – водой с температурой $t_2=105^\circ\text{C}$. Определить коэффициент теплопередачи k от газов к воде, удельный тепловой поток q и температуры обеих поверхностей стенки, если известны коэффициенты теплоотдачи от газа к стенке $\alpha_1=40 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$, и от стенки к воде $\alpha_2=4500 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

75. По трубопроводу с внутренним диаметром $d=70 \text{ мм}$ проходит воздух, нагретый до температуры $t_g=100^\circ\text{C}$. Определить значение коэффициента теплоотдачи, если скорость воздуха в трубопроводе $\omega=4,5 \text{ м}/\text{с}$.

76. Определить потерю теплоты в окружающую среду конвективным теплообменом от горизонтального неизолированного паропровода диаметром $d=20 \text{ мм}$ и длиной $l=100 \text{ м}$ с температурой наружной поверхности $t_c=115^\circ\text{C}$, если температура воздуха $t_g=15^\circ\text{C}$.

77. Через кирпичную стенку площадью $F=20 \text{ м}^2$, толщиной $\delta=450 \text{ мм}$ и коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,14 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ передается теплота. Определить суточную потерю теплоты, если температуры на поверхностях стенки равны $t_1=23^\circ\text{C}$ и $t_2=-15^\circ\text{C}$.

8.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Шкала оценивания экзамена

оценка	Уровень освоения компетенций	Критерии оценивания
«отлично»	высокий уровень	Оценка «отлично» ставится студенту за правильный, полный и глубокий ответ на вопрос. Ответ студента на вопрос должен быть полным и развернутым, ни в коем случае не зачитываться дословно, содержать четкие формулировки всех определений, касающихся указанного вопроса, подтверждаться фактическими примерами. Такой ответ должен продемонстрировать знание студентом материала лекций, базового учебника и дополнительной литературы. Оценка «отлично» выставляется только при полных ответах на все основные и дополнительные вопросы.
«хорошо»	повышенный уровень	Оценка «хорошо» ставится студенту за правильный и полный ответ на вопрос. Ответ студента на вопрос должен быть полным, ни в коем случае не зачитываться дословно, содержать четкие формулировки всех определений, непосредственно касающихся указанного вопроса, подтверждаться фактическими примерами. Такой ответ должен продемонстрировать знание студентом материала лекций и базового учебника. Оценка «хорошо» выставляется только при правильных и полных ответах на все основные вопросы. Допускается неполный ответ по одному из дополнительных вопросов.
«удовлетворительно»	пороговый уровень	Оценка «удовлетворительно» ставится студенту за правильный, но не полный ответ на вопрос преподавателя или билета. Ответ студента на вопрос может быть не полным, содержать нечеткие формулировки определений, прямо касающихся указанного вопроса, неуверенно подтверждаться фактическими примерами. Он ни в коем случае не должен зачитываться дословно. Такой ответ демонстрирует знание студентом только материала лекций. Оценка «удовлетворительно» выставляется только при правильных, но не полных частичных ответах на все основные вопросы. Допускается неправильный ответ по одному из дополнительных вопросов.
«неудовлетворительно»	минимальный уровень не достигнут	Оценка «неудовлетворительно» ставится также студенту, списавшему ответы на вопросы и читающему эти ответы экзаменатору, не отрываясь от текста, в случае если он не может объяснить или уточнить, прочитанный таким образом материал.

8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Теплотехника» проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Контроль текущей успеваемости обучающихся – текущая аттестация – проводится в ходе семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний; формирования у них умений и навыков; своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке; совершенствованию методики обучения; организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- на занятиях (практические задания и лабораторные работы);
- по результатам выполнения индивидуальных заданий (РГР);
- по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов;
- по результатам отчета обучающихся в ходе индивидуальной консультации преподавателя, проводимой в часы самоподготовки, по имеющимся задолженностям.

Контроль за выполнением обучающимися каждого вида работ может осуществляться поэтапно и служит основанием для предварительной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков по дисциплине «Теплотехника» требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки в форме экзамена.

Экзамен проводится после завершения изучения дисциплины в объеме рабочей учебной программы. Форма проведения экзамена определяется кафедрой (по билетам письменный). Оценка по результатам экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Все виды текущего контроля осуществляются на лабораторных и практических занятиях и во время выполнения расчетно-графической работы.

Каждая форма контроля по дисциплине включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки (на каждом занятии).

2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и обучающимися группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекса мер по устранению недостатков.

3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.

4. Соблюдение последовательности проведения оценки: предусмотрено, что развитие компетенций идет по возрастанию их уровней сложности, а оценочные средства на каждом этапе учитывают это возрастание.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и итогового контроля по дисциплине для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1	Отчет по практическим и ситуационным заданиям или по лабораторной работе (отчет)	Устный опрос по основным терминам может проводиться в начале каждого практического занятия в течение 15-20 мин. В конце практического занятия проводится проверка качества решения индивидуальных задач. Выполнение лабораторных работ под управлением преподавателя решает учебные и профессионально-ориентированные теплотехнические задачи путем моделирования реальной проблемной ситуации. Защита отчета по лабораторным работам позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.	Темы практических занятий и лабораторных работ Варианты контрольных вопросов
2	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект индивидуальных заданий
3	Экзамен	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. Аудиторное время, отведенное студенту на подготовку – 60 мин.	Комплект вопросов к экзамену

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Рабочую программу разработал:
профессор кафедры «Тракторы и автомобили»,
канд. техн. наук, доцент Болдашев Г.И.



подпись

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Тракторы и автомобили» «12»
мая 2019г., протокол № 10

Заведующий кафедрой
канд. техн. наук, доцент О.С. Володько



подпись

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии факультета
канд. техн. наук, доцент С.В. Денисов



подпись

Руководитель ОПОП ВО
канд. техн. наук, доцент С.В. Денисов



подпись

Руководитель ОПОП ВО
канд. кон. наук, доцент С.В. Машков



подпись

Руководитель ОПОП ВО
канд. техн. наук, доцент С.Н. Жильцов



подпись

Начальник УМУ
канд. техн. наук, доцент С.В. Краснов



подпись