ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Аэрокосмический

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Фёдоров В. Б.
Пользователь: fedorovvb
Дата подписания: 29.05.2021

В. Б. Фёдоров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.05.01 Проектирование тепломассообменных аппаратов
для специальности 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
уровень специалист **тип программы** Специалитет
специализация Проектирование жидкостных ракетных двигателей
форма обучения очная
кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, утверждённым приказом Минобрнауки от 16.02.2017 № 141

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ваулин С. Д.
Пользователь: vaulinsd
Дата подписания: 17.04.2021

С. Д. Ваулин

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор

ЮУрГУ
Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Кириллов В. В.
Пользователь: kirillovvv
Дата подписания: 16.04.2021

В. В. Кириллов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Представление обучающимся знаний о методах расчёта и проектирования тепло- и массообменных аппаратов различного назначения.

Краткое содержание дисциплины

Основные виды теплообменного оборудования. Теплоносители. Тепловой расчет. Конпоновочный расчет. Гидравлический расчет. Тепломассообменн в двухкомпонентных средах

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПСК-3.4 способностью разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей жидкостных ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты в составе жидкостных ракетных двигательных установок	Знать:основные физические положения, конструкцию, методы проектирования тепломассообменного оборудования жидкостных ракетных двигателей
	Уметь:применять физико-математические методы моделирования и расчета при анализе рабочего процесса в теплообменном оборудовании жидкостных ракетных двигателей
	Владеть:навыками проведения тепловых и газодинамических расчетов рабочего процесса тепломассообменного оборудования жидкостных ракетных двигателей

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача, Б.1.06 Физика, Б.1.05.02 Математический анализ	Б.1.38 Теория и проектирование жидкостных ракетных двигателей, Б.1.39 Конструирование жидкостных ракетных двигателей

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.06 Физика	Знать основные физические законы, уметь применять физичесие модели для описания рабочих процессов, владеть физическими методами моделирования
Б.1.24 Термодинамика и теплопередача	Знать механизмы переноса тепла, уметь рассчитывать процессы теплообмена, владеть методами анализа тепловых процессов
Б.1.05.02 Математический анализ	Знание основных законов математики, уметь применять математические методы, владеть

	методаси решения технических задач

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		6
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия:	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	80	80
Работа с конспектом лекций и раздаточным материалом	15	15
Подготовка к экзамену	20	20
Семестровая работа на тему "Проектирование ТМОА" (по вариантам)	45	45
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие сведения о ТМОА	10	8	2	0
2	Тепловой расчет	29	6	7	16
3	Гидравлический расчёт	4	2	2	0
4	Компоновочный расчёт	5	2	3	0
5	Массообмен в ТМОА	6	4	2	0
6	Основные конструктивные элементы и материалы ТМОА	6	6	0	0
7	Изготовление, ремон и испытания ТМОА	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Назначение ТМОА. Классификация ТМОА. Теплоносители	2
2	1	Основные типы и схемы ТМОА (рекуперативные, регенеративные ТМОА)	4
3	1	Тепловые трубы (общие сведения, теплопередающая способность капиллярно-пористных труб)	2
4	2	Тепловой расчет различных типов ТО (уравнение теплового баланса)	2
5	2	Основные формулы теории теплообмена	3
6	2	Рачет коэффициента теплопередачи	1

7	3	Гидравлические сопротивления в ТМОА. Мощность насосов	2
8	4	Компоновка ТМОА	2
9	5	Массообмен в двухкомпонентных средах (основные положения, дифференциальные уравнения массообмена)	4
10	6	Конструктивные элементы ТМОА	4
11	6	Материалы ТМОА	2
12	7	Изготовление ТМОА	2
13	7	Ремонт (технические условия на ремонт, подготовка к ремонту, тенология ремонта) и испытания ТМОА	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Схемы ТМОА	2
2	2	Тепловой расчёт кожухотрубчатых ТМОА	2
3	2	Тепловой расчёт пластинчатых ТМОА	2
10	2	Расчет коэффициента теплоодачи	2
11	2	Расчет коэффициента теплопередачи	1
4	3	Расчёт гидравлических сопротивлений кожухотрубчатых ТМОА	2
6	4	Компоновочный расчёт ТМОА	3
7	5	Применение уравнений массообмена	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	ТО типа "труба в трубе"	2
2	2	Кожухотрубный ТО противоточного типа	2
3	2	Кожухотрубный ТО прямоточного типа	2
4	2	Кожухотрубные ТО с перегородками и без перегородок	4
5	2	Пластинчатый ТО	2
6	2	ТО в системах теплоснабжения	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Семестровая работа на тему "Проектирование ТМОА" (по вариантам)	См. основную и дополнительную литературу	65
Работа с конспектом лекций и раздаточным материалом	См. основную и дополнительную литературу	15

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов

Визуализация лекционного материала	Лекции	Представление материала лекций в виде презентаций	8

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Нет

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПСК-3.4 способностью разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей жидкостных ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты в составе жидкостных ракетных двигательных установок	Экзамен	1-21

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179): КТ-1-7 - вопросы по темам 1-7, КТ-8-11 - задачи по темам 1, 2, 3, 5. Письменные ответы на вопросы по каждой теме (не менее 2 вопросов), решение одной задачи по каждой теме. Время подготовки 0,5 часа по каждой теме. Оценка за экзамен формируется в системе "Электронный ЮУрГУ" из оценок по КТ, посещаемости, доклада: коэффициент КТ1-11 - 1, коэффициент посещаемости - 0,5, коэффициент доклада - 1. 100-85% - отлично, 84-70% - хорошо, 69-51% - удовлетворительно. Доклад по желанию студента. При наборе менее 50,9%, студент сдает письменный экзамен по всем пройденному курсу во время экзаменационной сессии.	Отлично: 100-85% Хорошо: 84-70% Удовлетворительно: 69-51% Неудовлетворительно: Менее 50,9%

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	13. Определение средней разности температур аппарата передачи тепла с перекрёстным током. 4. Виды теплоносителей.

	3. Регенеративные аппараты передачи тепла. 11. Виды гидравлических сопротивлений. 9. Требования к теплоносителям 14. Последовательность проектирования аппарата передачи тепла. 18. Тепловой расчёт регенеративного теплообменника 16. Материалы аппарата передачи тепла. 7. Компоновочный расчёт аппарата передачи тепла. 5. Тепловой конструктивный расчёт рекуперативного аппарата передачи тепла. 19. Принцип действия контактного теплообменника. 17. Содержание прочностного расчёта аппарата передачи тепла. 1. Классификация аппаратов передачи тепла. 12. Тепловой расчёт пластинчатых теплообменников. 21. Схемы организации движения теплоносителей. 6. Поверочный тепловой расчёт рекуперативного аппарата передачи тепла. 10. Проектный тепловой расчёт аппарата передачи тепла 2. Рекуперативные аппараты передачи тепла. 15. Аппараты передачи тепла периодического действия. 8. Гидравлический расчёт рекуперативного аппарата передачи тепла. 20. Устройство тепловой трубы.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Шашкин, В. Ю. Тепломассообменное оборудование промышленной теплоэнергетики Текст учеб. пособие по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2013. - 32, [1] с. ил.
2. Шашкин, В. Ю. Усовершенствование процессов теплообмена в насадках регенеративных теплообменных аппаратов Текст монография В. Ю. Шашкин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 88, [1] с. ил.
3. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. втузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.
4. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 1 Общие вопросы Справ. М. С. Алхутов, А. А. Амосов, Т. Ф. Басов и др.; Под общ. ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 1999. - 527 с. ил.
5. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 2 Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент/А. А. Александров, Б. С. Белосельский, А. Г. Вайнштейн и др. Справ.: В 4 кн. Под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - М.: Издательство МЭИ, 2001. - 561 с. ил.
6. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 4 Промышленная теплоэнергетика и теплотехника/Б. Г. Борисов, К. Б. Борисов, В. М. Бродянский и др Справ.: В 4 кн. Под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - М.: МЭИ, 2004. - 630 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Шашкин, В. Ю. Расчет и выбор тепломассообменного оборудования Текст учеб. пособие для самостоят. работы В. Ю. Шашкин ;

Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 27, [1] с. ил.

2. Шашкин, В. Ю. Расчет регенеративных теплообменных аппаратов Учеб. пособие В. Ю. Шашкин, Е. В. Торопов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. - 39, [1] с. ил.

3. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.

4. Идельчик, И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям Под ред. М. О. Штейнберга. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1992. - 672 с. ил.

5. Бакластов, А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация тепломассообменных установок Учеб. пособие по спец."Пром. теплоэнергетика". - М.: Энергоиздат, 1981. - 336 с. ил.

6. Бакластов, А. М. Промышленные тепломассообменнные процессы и установки Учебник Ред. Бакластов А. М. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Теплоэнергетика

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Шашкин, В.Ю. Расчет в выбор тепломассобменного оборудования: учеб. пособие для самостоят. работы / В.Ю. Шашкин: ЮУрГУ, каф. ПТЭ; ЮУрГУ, Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007, 27 с.: ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Шашкин, В.Ю. Расчет в выбор тепломассобменного оборудования: учеб. пособие для самостоят. работы / В.Ю. Шашкин: ЮУрГУ, каф. ПТЭ; ЮУрГУ, Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007, 27 с.: ил.

Электронная учебно-методическая документация

Нет

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	ПК, проектор, экран
Лабораторные занятия	101 (2)	Теплогидравлические стенды
Контроль самостоятельной работы	223 (2)	Не требуется
Практические занятия и семинары	240 (2)	обучающие плакаты, схемы
Экзамен	240 (2)	Не требуется