

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический университет им.
А.Н. Туполева-КАИ»

Институт (факультет) **авиации, наземного транспорта и энергетики**
Кафедра **реактивных двигателей и энергетических установок**

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины (модуля)
«Теория теплообменных процессов»

Индекс по учебному плану: **Б1.Б.32.04**

Специальность: **24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей**

Квалификация: **инженер**

Специализация **№7 «Проектирование систем охлаждения и устройств тепловой защиты в авиационных и ракетных двигателях».**

Вид(ы) профессиональной деятельности **проектно-конструкторский, научно-исследовательский**

Разработчик: доцент кафедры ТиЭМ? к.т.н. Щелчков А.В.

Казань 2017 г.

РАЗДЕЛ 1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины: овладение теоретическими основами процессов в двигателях и энергоустановках ЛА, теоретическими основами разработки проектов двигателей и энергоустановок ЛА.

1.2 Задачи дисциплины (модуля)

- получить знания о физической сущности и закономерностях преобразования энергии, происходящих в различных устройствах;
- иметь представление о механизмах и явлениях, связанных с теплообменом;
- знать основы теории теплопередачи, расчета температурных полей конструкций, а также методы расчета систем охлаждения и средств тепловой защиты;
- получение навыков расчета и анализа эффективности энергосистем авиационных и ракетных двигателей.

Расширение, углубление и закрепление теоретических знаний, и сочетание теории с практикой достигается на практических занятиях в учебных аудиториях кафедры, а также в период производственной практики.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина «Тепловая защита» входит в состав Базового модуля Блока 1 (дисциплина специализации).

1.4 Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины

В ходе освоения дисциплины «Термодинамика энергосистем» должна быть реализованы компетенции:

ПСК-7.7 - способностью оценивать эффективность тепловой защиты авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок с использованием охладителей разных агрегатных состояний (газ, жидкость, твердое тело);

ПСК-7.9 - способность проектировать и создавать экспериментальные установки для проведения теплофизических исследований и испытаний элементов авиационных и ракетных двигателей и энергетических систем, обеспечить обоснование и выбор средств измерений и регистрации;

ПСК-7.10 - способность проводить теплофизические эксперименты и тепловые испытания элементов авиационных и ракетных двигателей и энергетических

установок, обработку результатов экспериментов и испытаний с использованием современных компьютерных технологий

ПСК-7.11 - способность разрабатывать методы и средства диагностики параметров тепловых процессов в системах авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок;

ПСК-7.14 - владение современными моделями процессов теплообмена в каналах, узлах, деталях авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок;

ПСК-7.15 - способность разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей авиационных и ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные аппараты для передачи тепла;

ПСК-7.16 - способность проводить анализ сложных теплофизических процессов в реальных конструкциях авиационных и ракетных двигательных установок, выполнять трехмерное моделирование нестационарных теплофизических процессов в конструктивных элементах и узлах, представлять результаты расчетов с использованием современных графических интерфейсов в компактном виде, использовать полученные результаты для оптимизации конструктивных элементов перспективных авиационных и ракетных двигателей

РАЗДЕЛ 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

2.1 Структура дисциплины, ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Раздел 1. ТЕОРИЯ ТЕПЛООБМЕНА. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ</i>							<i>ФОС ТК-1 мест</i>
Тема 1.1. Основные понятия и законы теории теплообмена Математическая формулировка задач молекулярного и конвективного	6	2		2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.163; ПСК-7.16У;	Текущий контроль

теплообмена. Математическая формулировка задач теплопроводности и теплоотдачи							
Тема 1.2. Коэффициенты теплопроводности различных тел. Теплопроводность простых газов и химически реагирующих смесей, влияние температуры и давления на теплопроводность газов	11	2	5	2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 1.3. Нестационарный процесс передачи тепла	6	2		2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.163; ПСК-7.16У	Текущий контроль
<i>Раздел 2. РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ ТЕПЛОТДАЧИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ЛАМИНАРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ</i>							<i>ФОС ТК-2 тест</i>
Тема 2.1. Теплоотдача и методы ее исследования	6	2		2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.163; ПСК-7.16У	Текущий контроль
Тема 2.2. Теплоотдача пластины при ламинарном пограничном слое. Решение на основе теории динамического пограничного слоя	10	2	4	2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 2.3. Получение расчетных соотношений теплоотдачи на основе теории турбулентного пограничного слоя	6	2		2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У;	Текущий контроль
<i>Раздел 3. ТЕПЛОТДАЧА ПРИ ВЫНУЖДЕННОМ ДВИЖЕНИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ</i>							<i>ФОС ТК-3 тест</i>
Тема 3.1. Теплоотдача при внешнем обтекании тел	11	2	5	2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 3.2. Теплоотдача при большой скорости течения газа	10	2	4	2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы

Тема 3.3. Теплоотдача в разреженных газах	6	2		2	2	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У	Текущий контроль
Экзамен	36				36	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	ФОС ПА-1 комплексное задание
Всего в 7 семестре:	108	18	18	18	54		
<i>Раздел 4. ТЕПЛОТДАЧА В ПОЛЯХ МАССОВЫХ СИЛ</i>							ФОС ТК-4 тест
Тема 4.1. Теплоотдача при фазовых превращениях	15	2	5	4	4	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 4.2. Особенности движения теплоносителя в полях массовых сил.	16	2		8	6	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.163; ПСК-7.16У;	Текущий контроль
Тема 4.3. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя в неограниченном и ограниченном пространстве в гравитационном поле массовых сил.	14	2	4	4	4	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы
<i>Раздел 5. ТЕПЛООБМЕН ИЗЛУЧЕНИЕМ</i>							ФОС ТК-5 тест
Тема 5.1. Теория и основные законы лучистого теплообмена	16	4	4	4	4	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	Отчет о выполнении лабораторной работы
Тема 5.2. Способы изменения интенсивности теплопередачи	16	2		8	6	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.163; ПСК-7.16У	Текущий контроль
<i>Раздел 6. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ</i>							ФОС ТК-7 тест
Тема 6.1. Основы расчета теплообменных аппаратов	17	4	5	4	4	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В;	Текущий контроль

						ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	
Тема 6.2. Тепловая защита	14	2		4	8	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.163; ПСК-7.16У	Отчет о выполнении лабораторной работы
Курсовая работа	36				36	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	ФОС ПА-2 защита курсовой работы комплексное задание
Экзамен	36				36	ПСК-7.73; ПСК-7.7У; ПСК-7.7В; ПСК-7.93; ПСК-7.9У; ПСК-7.9В; ПСК-7.103; ПСК-7.10У; ПСК-7.10В; ПСК-7.113; ПСК-7.11У; ПСК-7.11В; ПСК-7.143; ПСК-7.14У; ПСК-7.14В; ПСК-7.153; ПСК-7.15У; ПСК-7.15В; ПСК-7.163; ПСК-7.16У; ПСК-7.16В	ФОС ПА-3 комплексное задание
Всего в А семестре:	180	18	18	36	108		
ИТОГО:	288	36	36	54	162		

РАЗДЕЛ 3 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

3.1.1 Основная литература

1. Быстрицкий, Г.Ф. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии): учебник для студ. вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасанганджиев, В. С. Кожиченков. - 2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2014. - 408 с.

2. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей: учеб. пособие для студ., обуч. по напр. подготовки бакалавров и магистров "Строительство" / В. Я. Дзюзер. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Лань, 2016. - 384 с.

3.1.2 Дополнительная литература

3. Техническая термодинамика и теплотехника : учеб. пособие для студ. вузов / Л. Т. Бахшиева, Б. П. Кондауров, А. А. Захарова, В.С. Салтыкова ; под ред. А. А. Захаровой. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2008. - 272 с. (В библ. 28 экз.)

4. Мухачев Г.А., Щукин В.К. Термодинамика и теплопередача: Учеб. для авиац. вузов.- 3-е изд., перераб. - М.:Высш.шк.,1991.- 480 с. (В библ. 483 экз.).

5. Попов И.А., Щелчков А.В., Коханова С.Я., Яковлев А.Б. Исследование процессов теплообмена: Лабораторный практикум.- Казань: Изд-во КГТУ, 2008.157 с. (В библ. 50 экз.).

6. Карпова О.Б., Попов И.А., Филин В.А. Расчет температурного состояния тел в технологических процессах: Учебное пособие к курсовой работе по теплопередаче и тепломассообмену.- Казань: Изд-во КГТУ,1998. 50с. (В библ. 50 экз.).

7. Ягов В.В. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях: Учебное пособие для вузов / -М: Издательский дом МЭИ, 2014. – 542 с. (В библиографии 5 экз.).

8. Болгарский А.В., Голдобеев В.И., Идиатуллин Н.С., Толкачев Д.Ф. Сборник задач по термодинамике и теплопередаче.- М.: Высшая школа, 1972.- 304 с. (В библиографии 25 экз.).

3.1.3 Методическая литература к выполнению практических работ

10. Влияние тугоплавкого покрытия на температурное и напряженное состояние стенки энергетической установки. Методические указания к лабораторной работе. С. Э. Тарасевич; Казань: Изд-во КГТУ, 2000. - 20 экз.

11. Интегральные методы расчета теплоотдачи в соплах. Методические указания к лабораторной работе. С. Э. Тарасевич; Казань: Изд-во КГТУ, 1994. - 20 экз.

12. Исследование защитных свойств газовой завесы. Методические указания к лабораторной работе. С. Э. Тарасевич; Казань: Изд-во КГТУ, 1993.-20 шт.

13. Попов И.А., Щелчков А.В., Коханова С.Я., Яковлев А.Б. Исследование процессов теплообмена: Лабораторный практикум. Под ред. проф. Ю.Ф. Гортышова. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. 158 с. – 20 экз.

14. Попов, Игорь Александрович И.А. Исследование процессов конвективного и радиационного теплообмена: Лабораторный практикум / И.А. Попов, В.А. Филин, А.Б. Шигапов . - Казань: Изд-во КГТУ , 2001 . - 88 с.

15. Болгарский А.В., Голдобеев В.И., Идиатуллин Н.С., Толкачев Д.Ф. Сборник задач по термодинамике и теплопередаче.- М.: Высшая школа, 1972.- 304 с. (В библиографии 25 экз.)

16. Попов, Игорь Александрович. Исследование процессов теплообмена: лаб. практикум / И. А. Попов, А. В. Щелчков, А. Б. Яковлев; Мин-во образ-я и науки РФ, ФГБОУ ВПО КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева. - Казань : Изд-во КНИТУ-КАИ, 2014. - 100 с. (28 экз.).

17. Теплообмен в соплах. Учебно-методическое пособие к курсовой работе / Попов И.А., Щелчков А.Б., Яковлев А.Б., Коханова С.Я. Под общ.ред. С.Э. Тарасевича – Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2015 – 88 с.

3.1.4 Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому лабораторному, практическому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций, лабораторных и практических занятий, разработкой конспекта по темам самостоятельной работы, предоставляемым каждому студенту в электронном виде, а также выполнением курсовой работы.

3.1.5 Методические рекомендации для преподавателей

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподносимого на лекциях и теоретико-экспериментальной работой студентов на практических занятиях.

3.2 Информационное обеспечение дисциплины

3.2.1 Основное информационное обеспечение

1. Щелчков А.В. Теория теплообменных процессов [Электронный ресурс]: курс дистанц. обучения по направлению 24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей, специализация №7 «Проектирование систем охлаждения и устройств тепловой защиты в авиационных и ракетных двигателях». ФГОСЗ+(ИАНТЭ)/КНИТУ-КАИ, Казань, 2017. - Доступ по логину и паролю. URL:

https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=17331_1&course_id=2041_1

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/> Компания ООО «РУНЭБ». Контракт № 154 ЕП от 21.06.12 (архив на 10 лет) Лицензионное соглашение №735 от 05.09.2003 (бессрочно).

3. Электронная библиотека КНИТУ-КАИ (полнотексты изданий университета) Правообладатель НТБ КНИТУ-КАИ <http://elibrary.kai.ru/dsweb/HomePage>.

3.2.2 Дополнительное справочное обеспечение

1. Теплоэнергетика и теплотехника [Текст]: справочная серия. В 4-х кн. / под общ.ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. - 3-е изд., перераб. и доп. Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент : справочник / А.А. Александров, Б.С. Белосельский, А.Г. Вайнштейн и др.; под общ.ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина. - М.: Изд-во МЭИ, 2001. - 564 с.

3.3 Кадровое обеспечение

3.3.1 Базовое образование

Высшее образование в предметной области авиационной и ракетнокосмической теплотехнике и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области теплоэнергетики и теплотехники и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

3.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению теплоэнергетики и теплотехники, выполненных в течение трех последних лет.

3.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области теплоэнергетики и теплотехники на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области теплоэнергетики и теплотехники, либо в области педагогики.