

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>2 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>2 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>2 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2 семестр - 109,2 часов;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Отчет</b> <b>Коллоквиум</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>2 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Савченкова Н.М.
	Идентификатор	R321e87c5-SavchenkovaNM-0593cc

(подпись)

Н.М.


Савченкова

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2


(подпись)

М.В. Горелов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** ознакомление студентов с путями решения вышеперечисленных и других актуальных задач теплообмена и гидродинамики в системах жизнеобеспечения и терморегулирования на летательных аппаратах.

### Задачи дисциплины

- •Определение параметров окружающей среды в полётных условиях.
- Расчет тепловых режимов летательных аппаратов в условиях высотных и космических полётов с целью определения наиболее напряженного.
- Многовариантный выбор проектируемых систем на основе методов линейного и нелинейного программирования и приёмов оптимизации технических решений.
- Определение средств и методов обеспечения газового состава среды обитания людей на всех режимах полёта.
- Расчёт тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры..

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен использовать научные методы и современное программное обеспечение при расчете, проектировании и оптимизации оборудования систем энергообеспечения, обеспечения жизнедеятельности и технологических систем при проектировании и выборе оптимальных режимов работы	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Применяет методы оптимизации и современные компьютерные программы при проектировании оборудования и выборе оптимальных режимов его работы	знать: - нормативно-технические требования к системам искусственного климата летательных аппаратов, показатели качества СКВ летательных аппаратов.  уметь: - рассчитывать внешний и внутренний балансы для всех режимов полета и определять наиболее напряженный режим эксплуатации самолета.
ПК-5 Способен участвовать в выполнении отдельных разделов проектов коммунальных и промышленных объектов,, проектировании энергетических, теплотехнических и теплотехнологических аппаратов в соответствии с техническими заданиями и действующими нормативно-техническими документами	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов	знать: - виды критериев предпочтительности при проектировании оптимальных технических систем, методы одномерной и многомерной оптимизация параметров проектируемой системы.  уметь: - компоновать альтернативные схемы СКВ на основе топологического анализа, выбирать СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом.
ПК-5 Способен участвовать в выполнении	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Проводит выбор наилучших схем	знать: - системы жизнеобеспечения и терморегулирования космических

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
отдельных разделов проектов коммунальных и промышленных объектов,, проектировании энергетических, теплотехнических и теплотехнологических аппаратов в соответствии с техническими заданиями и действующими нормативно-техническими документами	теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов	летательных аппаратов.  уметь: - применять автоматизацию проектирования СКВ на ЭВМ при оптимизации параметров работы СКВ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Нормативно-технические требования к системам искусственного климата	12	2	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Нормативно-технические требования к системам искусственного климата" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 4-9 [6], 4-35 [7], 5-30</p>	
1.1	Нормативно-технические требования к системам искусственного климата	12		2	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
2	Основные этапы инженерного проектирования СКВ	30		4	-	12	-	-	-	-	-	-	14		-

	самолётов														
2.1	Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов	30	4	-	12	-	-	-	-	-	14	-	рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 9-49 [4], 4-60 [5], 5-65		
3	Стратегия альтернативного выбора СКВ	33	4	-	15	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Стратегия альтернативного выбора СКВ"		
3.1	Стратегия альтернативного выбора СКВ	33	4	-	15	-	-	-	-	-	14	-	<b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает		

													<p>пояснительную записку с расчетами и графическую часть.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>  Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Стратегия альтернативного выбора СКВ" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 49-71  [3], 65-150</p>
4	Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов	33	6	-	3	-	-	-	-	-	24	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  Изучение материалов по разделу Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>  Изучение материала по разделу "Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 3-63</p>
4.1	Тепловые режимы планет и летательных аппаратов в космосе	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  Изучение материалов по разделу Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>  Изучение материала по разделу "Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 3-63</p>
4.2	Подсистемы жизнеобеспечения и терморегулирования элементов космических аппаратов	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
4.3	Потребление и регенерация веществ в космических полётах	7	1	-	-	-	-	-	-	-	6	-	
4.4	Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронной	8	1	-	1	-	-	-	-	-	6	-	

	аппаратуры												
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	180.0	16	-	32	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	16	-	32	18		4		0.8	109.2		

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



## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Нормативно-технические требования к системам искусственного климата

#### 1.1. Нормативно-технические требования к системам искусственного климата

Нормативно технические требования к системам кондиционирования воздуха самолетов. Основные направления развития систем жизнеобеспечения на летательных аппаратах. Показатели качества проектируемых систем. Нормы и рекомендации к показателям назначения систем, обеспечивающие безопасность полета. Вспомогательные сведения по характеристикам стандартной атмосферы, физиологическим условиям полета, основным характеристикам планера и двигателя..

### 2. Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов

#### 2.1. Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов

Расчет параметров окружающей среды в условиях высотных полетов. Влияние режимов полета на тепловое состояние гермокабин. Тепловой баланс наружной обшивки гермокабин. Определение проникающего потока теплоты и нагрузки на систему кондиционирования воздуха. Стратегия альтернативного выбора типа системы кондиционирования на основе банков данных по схемным решениям СКВ и их агрегатному составу. Определение ступени и параметров отбора воздуха от компрессора маршевого двигателя на этапе компоновки базовых схем. Топологический анализ и синтез систем кондиционирования, и предварительное распределение температуры воздуха по тракту термовлажностной обработки..

### 3. Стратегия альтернативного выбора СКВ

#### 3.1. Стратегия альтернативного выбора СКВ

Методы оценки совершенства СКВ. Виды критериев предпочтительности при оптимальном проектировании технических систем. Методы сравнения эквивалентных взлетных масс, стоимости жизненного цикла и эксплуатационно-технологических характеристик альтернативных систем. Одномерная и многомерная оптимизация параметров проектируемой системы. Автоматизация проектирования СКВ на ЭВМ. Основы функционального анализа работоспособности СКВ на различных режимах полета..

### 4. Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов

#### 4.1. Тепловые режимы планет и летательных аппаратов в космосе

Обеспечение жизнедеятельности экипажей космических аппаратов. Особенности тепловых режимов космических аппаратов при полете в околоземном пространстве и в пределах солнечной системы. Тепловой баланс гермокабин на орбите, вдали от планет и в плотных слоях атмосферы. Физиологические условия космических полетов. Тепловая защита экипажей космических аппаратов. Основные характеристики планет солнечной системы..

#### 4.2. Подсистемы жизнеобеспечения и терморегулирования элементов космических аппаратов

Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения. Классификация систем обеспечения теплового режима гермокабин и жизнедеятельности экипажей на космических аппаратах. Подсистемы теплозащиты, терморегулирования и вентиляции гермокабин. Основы анализа и синтеза централизованных и локальных систем обеспечения теплового режима гермокабин..

#### 4.3. Потребление и регенерация веществ в космических полётах

Методы обеспечения необходимого газового состава среды обитания. Способы хранения и получения кислорода, концентрации и удаления углекислого газа, поддержания заданного влажностного режима в гермокабинах. Основы регенерации веществ на космических аппаратах в условиях длительных полетов. Индивидуальные системы жизнеобеспечения экипажей космических аппаратов..

#### 4.4. Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры

Роль и значение систем обеспечения теплового режима (СОТР), как неотъемлемого звена в оборудовании летательных аппаратов. Методы приближенного анализа стационарных температурных полей. Общая методика исследования тепловых режимов в системах тел с сосредоточенными параметрами и характеристики их тепловых моделей. Тепловые коэффициенты и тепловые сопротивления. Тепловая модель системы тел с внутренними источниками тепла и этапы расчета. Анализ теплового режима методом приведения к однородному телу с распределёнными параметрами. Допущения и ограничения. Математическая формулировка задачи и методы решения..

### 3.3. Темы практических занятий

1. Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета;
2. Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты;
3. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта;
4. Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа;
5. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя;
6. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда.;
7. Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта;
8. Тепловые режимы планет и летательных аппаратов в космосе;
9. Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)*

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Нормативно-технические требования к системам искусственного климата"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Стратегия альтернативного выбора СКВ"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов"  
*Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)*
1. Консультации проводятся по разделу "Нормативно-технические требования к системам искусственного климата"
2. Консультации проводятся по разделу "Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов"
3. Консультации проводятся по разделу "Стратегия альтернативного выбора СКВ"

**3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**  
**2 Семестр**

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Предварительное и функциональное проектирование систем кондиционирования воздуха самолетов различного типа

**График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 3	4 - 8	9 - 12	13 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	15	20	25	40	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	15	35	60	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета
2	Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта
3	Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда
4	Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта. Расчет одного из агрегатов схемы СКВ. Подготовка чертежей, соответствующих проведенным расчетам, а также разработка технологической схемы. Подготовка доклада о проделанной работе к защите

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
нормативно-технические требования к системам искусственного климата летательных аппаратов, показатели качества СКВ летательных аппаратов	ИД-1ПК-3				+	<p>Коллоквиум/Виды критериев предпочтительности при проектировании оптимальных технических систем, методы одномерной и многомерной оптимизация параметров проектируемой системы</p> <p>Отчет/Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда</p> <p>Коллоквиум/Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта.</p> <p>Отчет/Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта</p>
виды критериев предпочтительности при проектировании оптимальных технических систем, методы одномерной и многомерной оптимизация параметров проектируемой системы	ИД-1ПК-5	+				Отчет/Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета
системы жизнеобеспечения и	ИД-2ПК-5				+	Контрольная работа/Системы жизнеобеспечения и

терморегулирования космических летательных аппаратов					терморегулирования космических летательных аппаратов
<b>Уметь:</b>					
рассчитывать внешний и внутренний балансы для всех режимов полета и определять наиболее напряженный режим эксплуатации самолета	ИД-1ПК-3			+	Отчет/Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда Коллоквиум/Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта. Контрольная работа/Системы жизнеобеспечения и терморегулирования космических летательных аппаратов
компоновать альтернативные схемы СКВ на основе топологического анализа, выбирать СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом	ИД-1ПК-5			+	Отчет/Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета
применять автоматизацию проектирования СКВ на ЭВМ при оптимизации параметров работы СКВ	ИД-2ПК-5			+	Отчет/Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта

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

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Системы жизнеобеспечения и терморегулирования космических летательных аппаратов (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда (Отчет)
2. Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета (Отчет)
3. Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта (Отчет)

Форма реализации: Устная форма

1. Виды критериев предпочтительности при проектировании оптимальных технических систем, методы одномерной и многомерной оптимизация параметров проектируемой системы (Коллоквиум)
2. Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта. (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

Курсовая работа (КР) (Семестр №2)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Сасин, В. Я. Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов. Конспект лекций : учебное пособие по курсу "Специальные системы искусственного климата" по специальности "Промышленная теплоэнергетика" / В. Я. Сасин, В. Д. Портнов, Н. М. Савченкова, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2006 . – 63 с. - ISBN 5-7046-1288-1 .;
2. Савченкова, Н. М. Основы инженерного проектирования авиационных систем кондиционирования воздуха : учебное пособие по курсу "Специальные системы искусственного климата" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / Н. М. Савченкова, В. Я. Сасин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 72 с. - ISBN 978-5-7046-1631-3 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8487](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8487);
3. Воронин, Г. И. Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах : учебник для вузов / Г. И. Воронин . – М. : Машиностроение, 1973 . – 444 с.;
4. Портнов, В. Д. Расчет тепломассообменных аппаратов систем искусственного климата : учебное пособие по курсу "Промышленные и бытовые установки и системы кондиционирования воздуха" по направлению "Теплоэнергетика" / В. Д. Портнов, В. Я. Сасин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 60 с. - ISBN 978-5-383-00240-7 .  
[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=388](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=388);
5. Воронин, Г. И. Кондиционирование воздуха на летательных аппаратах / Г. И. Воронин, М. И. Вербя . – М. : Машиностроение, 1965 . – 480 с.;
6. Проектирование авиационных систем кондиционирования воздуха : учебное пособие для вузов по специальности "Системы жизнеобеспечения и оборудования летательных аппаратов" направления "Авиастроение" / Н. В. Антонова, и др. ; Ред. Ю. М. Шустров . – М. : Машиностроение, 2006 . – 384 с. - ISBN 5-217-03358-4 .;
7. В. К. Пыжов, Н. Н. Смирнов- "Системы кондиционирования, вентиляции и отопления", Издательство: "Инфра-Инженерия", Москва, Вологда, 2019 - (529 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=565026>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. SmathStudio.

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

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

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для	В-104-3, Учебная	парта, стол преподавателя, стул, доска

проведения лекционных занятий и текущего контроля	аудитория каф. "ТМПУ"	меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-104-3, Учебная аудитория каф. "ТМПУ"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-409, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-104-5, Преподавательская каф. "ТМПУ"	стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, документы, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-02, Архив	стеллаж для хранения книг, стол для работы с документами, стул



## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Специальные системы искусственного климата

(название дисциплины)

#### 2 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета (Отчет)
- КМ-2 Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта (Отчет)
- КМ-3 Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда (Отчет)
- КМ-4 Виды критериев предпочтительности при проектировании оптимальных технических систем, методы одномерной и многомерной оптимизация параметров проектируемой системы (Коллоквиум)
- КМ-5 Системы жизнеобеспечения и терморегулирования космических летательных аппаратов (Контрольная работа)
- КМ-6 Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта. (Коллоквиум)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	3	8	12	13	15	16
1	Нормативно-технические требования к системам искусственного климата							
1.1	Нормативно-технические требования к системам искусственного климата		+					
2	Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов							
2.1	Основные этапы инженерного проектирования СКВ самолётов		+	+				
3	Стратегия альтернативного выбора СКВ							
3.1	Стратегия альтернативного выбора СКВ			+	+	+	+	+
4	Основы инженерного проектирования систем жизнеобеспечения и терморегулирования космических аппаратов							
4.1	Тепловые режимы планет и летательных аппаратов в космосе						+	

4.2	Подсистемы жизнеобеспечения и терморегулирования элементов космических аппаратов					+	
4.3	Потребление и регенерация веществ в космических полётах					+	
4.4	Обеспечение тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры					+	
Вес КМ, %:		10	20	20	5	15	30

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Специальные системы искусственного климата**

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

- КМ-1 Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета.
- КМ-2 Расчёт внешнего и внутреннего тепловых балансов
- КМ-3 Компоновка альтернативных схем СКВ
- КМ-4 Оптимизация СКВ, чертежи, подготовка к защите

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	8	12	16
1	Определение параметров окружающей среды для заданного режима полета		+			
2	Расчёт внешнего теплового баланса заданного участка гермокабины для определения проникающего потока теплоты. Определение из внутреннего теплового баланса всех участков гермокабины для всех режимов полета расхода воздуха. Определение наиболее напряжённого режима полёта			+		
3	Компоновка альтернативных схем СКВ на основе топологического анализа. Определение параметров отбора воздуха от маршевого двигателя. Распределение температур и давлений между агрегатами. Выбор СКВ, обладающей наименьшим взлётным весом, из альтернативного ряда				+	
4	Оптимизация распределения температур между агрегатами в предпочтительной схеме СКВ. Проверка функционирования оптимальной схемы на всех режимах полёта. Расчет одного из агрегатов схемы СКВ. Подготовка чертежей, соответствующих проведенным расчетам, а также разработка технологической схемы. Подготовка доклада о проделанной работе к защите					+
Вес КМ, %:			15	20	25	40