


УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета


(подпись) Юнаков Л. П.
ФИО
«31» 05 2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Направление/специальность подготовки	24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов
Специализация/профиль/программа подготовки	Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Кафедра-разработчик рабочей программы	АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	7	4	144	51	17	34	0	93	0	0	93	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ
Атамасов Владимир Дмитриевич, д.т.н., профессор

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ**

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ

Заведующий кафедрой Бабук В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-23 — Способность разрабатывать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-23

знания:

состав и назначение ядерной энергетической установки в составе космического аппарата;

подходы к обоснованию оптимальных параметров и конструкции ядерных энергетических установок, выполняющих конкретные задачи;

общие модели и расчетные зависимости для определения характеристик ядерной энергетической установки;

умения:

использовать расчетные модели для проектирования элементов ядерной энергетической установки;

выбирать и обосновывать конструктивную схему ядерной энергетической установки;

навыки:

расчет основных параметров, проектирование и конструирование элементов ядерной энергетической установки.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УСТРОЙСТВО И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, УСТРОЙСТВО АГРЕГАТОВ СИСТЕМ КА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АГРЕГАТЫ И УСТРОЙСТВА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА, СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-23 — Способность разрабатывать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-23
4	7	Раздел 1. Основные определения. Требования к ядерным энергоустановкам. Основные определения, относящиеся к ЯЭУ. Механизм энерговыделения. Основные требования, предъявляемые к ядерным реакторам.	18	6	2	4	12	25
4	7	Раздел 2. Конструкция ядерной энергоустановки. Конструкции и схемы ЯЭУ. Классификационные признаки реакторов. Устойчивость работы реактора. Системы управления реактора. Системы обеспечения тепловых режимов ядерных энергетических установок.	42	16	6	10	26	25
4	7	Раздел 3. Преобразователи энергии ядерных энергоустановок. Газотурбинные ЯЭУ. Паротурбинные ЯЭУ. Термoeлектрические преобразователи. Термoeмиссионные преобразователи.	48	16	6	10	32	25
4	7	Раздел 4. Радиационная безопасность. Обеспечение ядерной и радиационной безопасности. Конструкция радиационной защиты КА. Радиационная защита обитаемых КА. Особенности радиационной защиты обитаемых КА.	36	13	3	10	23	25
Всего за 7 семестр			144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные определения. Требования к ядерным энергоустановкам.	Изучение схем ЯЭУ	4
2	Раздел 2. Конструкция ядерной энергоустановки.	Изучение конструкций и состава ядерного реактора	10
3	Раздел 3. Преобразователи энергии ядерных энергоустановок.	Оптимизация параметров и расчет ЯЭУ	6
4		Расчет конструкций ядерных реакторов космического назначения на прочность	2
5		Расчет прочности и колебаний элементов турбогенераторных преобразователей	2
6		Расчет размеров радиационной защиты	5
7	Раздел 4. Радиационная безопасность.	Расчет прочности корпуса блока защиты	5
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные определения. Требования к ядерным энергоустановкам.	Подготовка к лабораторным занятиям	6
2		Подготовка к устному опросу	6
3	Раздел 2. Конструкция ядерной энергоустановки.	Подготовка к коллоквиуму	10
4		Подготовка к лабораторным занятиям	16
5	Раздел 3. Преобразователи энергии ядерных энергоустановок.	Выполнение домашнего задания	10
6		Подготовка к коллоквиуму	6
7		Подготовка к лабораторным занятиям	16

8	Раздел 4. Радиационная безопасность.	Подготовка к коллоквиуму	5
9		Подготовка к лабораторным занятиям	10
10		Выполнение домашнего задания	8
Всего за 7 семестр			93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7					ОС	ДР			Колл	ДР					ДЗ	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ОС – устный опрос студентов;
- Колл – коллоквиум;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- коллоквиум;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Романов. . Системы обеспечения тепловых режимов герметичных отсеков и ядерных энергетических установок космических аппаратов. СПб.: Профессионал, 2014, 60 экз.
2. А. Г. Мильковский, В. Д. Атамасов, В. А. Бабук. . Ядерные орбитальные комплексы. СПб.: Профессионал, 2016, 10 экз.
3. Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов. М.: Изд-во МАИ, 2001, 19 экз.
4. М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 49 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Макеты и элементы КА «Плазма-А», «Зенит», «Спускаемая капсула», «Универсальная малогабаритная спускаемая капсула»;
2. Проектор.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой АЗ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И ДВИГАТЕЛИ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-23 Способность разрабатывать механические конструкции, системы и агрегаты летательных аппаратов.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами проектирования и эксплуатации ядерных энергетических установок, пригодных для использования в космических аппаратах различного назначения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- устный опрос студентов;
- коллоквиум;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Основные определения. Требования к ядерным энергоустановкам.		
Подготовка к лабораторным занятиям	А. Г. Мильковский, В. Д. Атамасов, В. А. Бабук. . Ядерные орбитальные комплексы: СПб.: Профессионал, 2016 (1-2) М. К. Сапего, Н. А. Тестоедов, В. Д. Атамасов. . Теория проектирования сложных технических систем космического базирования: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1-2)	6
Подготовка к устному опросу		6
Итого по разделу 1		12
Раздел 2. Конструкция ядерной энергоустановки.		
Подготовка к коллоквиуму	А. Г. Мильковский, В. Д. Атамасов, В. А. Бабук. . Ядерные орбитальные комплексы: СПб.: Профессионал, 2016 (3-4) А. В. Романов. . Системы обеспечения тепловых режимов герметичных отсеков и ядерных энергетических установок космических аппаратов: СПб.: Профессионал, 2014 (2)	10
Подготовка к лабораторным занятиям		16
Итого по разделу 2		26
Раздел 3. Преобразователи энергии ядерных энергоустановок.		
Выполнение домашнего задания	А. Г. Мильковский, В. Д. Атамасов, В. А. Бабук. . Ядерные орбитальные комплексы: СПб.: Профессионал, 2016 (5-9) Л. А. Квасников, Л. А. Латышев, Н. Н. Пономарёв-Степной. . Теория и расчёт энергосиловых установок космических летательных аппаратов: М.: Изд-во МАИ, 2001 (1-10)	10
Подготовка к коллоквиуму		6
Подготовка к лабораторным занятиям		16
Итого по разделу 3		32
Раздел 4. Радиационная безопасность.		
Подготовка к коллоквиуму	А. Г. Мильковский, В. Д. Атамасов, В. А. Бабук. . Ядерные орбитальные комплексы: СПб.: Профессионал, 2016 (21)	5
Подготовка к лабораторным занятиям		10
Выполнение домашнего задания		8
Итого по разделу 4		23

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- коллоквиум;
- домашнее задание;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Устный опрос студентов

Примеры вопросов входят в состав УМК дисциплины.

"Сдано" - верный ответ на вопрос преподавателя.

"Не сдано" - отсутствие верного ответа на вопрос преподавателя

Коллоквиум

Темы докладов для подготовки к коллоквиуму входят в состав УМК дисциплины.

"Сдано" - студент выступил с докладом по заданной теме и верно ответил на вопрос преподавателя;

"Не сдано" - студент не выступил с докладом по заданной теме и/или не верно ответил на вопрос преподавателя;

Домашнее задание

Рабочей программой предусмотрено выполнение одного домашнего задания по материалам разделам дисциплины. Комплект домашних заданий входит в состав УМК дисциплины. Отчет по домашнему заданию представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета.

Домашнее задание считается принятым при выполнении всех следующих критериев:

- правильность результатов расчета;
- правильность выполнения графической части задания;
- правильность оформления отчета (структурная упорядоченность, наличие всех необходимых разделов);
- допускаются незначительные исправления в отчете.

Домашнее задание не может быть принято и подлежит доработке в случае:

- ошибок в расчетах и при оформлении графического материала;
- небрежного и безграмотного оформления отчета.

Дифференцированный зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Для допуска к дифференцированному зачету студент должен выполнить все предусмотренных рабочей программой мероприятия.

Оценка за дифференцированный зачет выставляется по результатам ответов на вопросы к дифференцированному зачету, перечень которых представлен в УМК дисциплины.

Критерии оценивания:

- «зачтено-отлично»: Студент дал полный ответ на 2 основных вопроса и возможные дополнительные вопросы;
- «зачтено-хорошо»: Студент ответил на 2 основных вопроса с незначительными погрешностями и дал неполные ответы на дополнительные вопросы;
- «зачтено-удовлетворительно»: Студент дал неполные ответы на 2 основных вопроса и не ответил на

отдельные дополнительные вопросы;

- «не зачтено»: Студент не ответил на три вопроса преподавателя.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-23	
4	7	Раздел 1. Основные определения. Требования к ядерным энергоустановкам.	18	6	2	4	12	25	Устный опрос студентов
4	7	Раздел 2. Конструкция ядерной энергоустановки.	42	16	6	10	26	25	Коллоквиум
4	7	Раздел 3. Преобразователи энергии ядерных энергоустановок.	48	16	6	10	32	25	Домашнее задание, Коллоквиум
4	7	Раздел 4. Радиационная безопасность.	36	13	3	10	23	25	Домашнее задание, Коллоквиум
Всего за 7 семестр			144	51	17	34	93	100	
Всего по дисциплине			144	51	17	34	93	100	