

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Знаменский Е.А.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТОЙЧИВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Направление/специальность подготовки	24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космическая техника
Выпускающая кафедра	А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика

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	
5	9	3	108	51	17	17	17	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика
Борцова Светлана Сергеевна, к.т.н., доцент

Кафедра Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика
Петров Сергей Константинович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Е5 Техносферная безопасность и вычислительная механика**

Заведующий кафедрой Олейников А.Ю., к.т.н.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А8 ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Саваровский А.А., к.т.н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УСТОЙЧИВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

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:

ОПК-4 — Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-4

знания:

- понятия системы управления качеством и модели систем менеджмента качества (ISO 37101, ISO 20400, ISO 14000)
- цели, принципы и задачи устойчивого развития и менеджмента устойчивого развития
- механизмы формирования принятия управленческих решений на уровне предприятий для обеспечения их устойчивого развития
- факторы, которые обеспечат эффективное развитие предприятия
- экологические технологии производства и их внедрение
- принципы и методы оптимизации производственных процессов
- технологии вторичного использования материалов
- проблемы экологии в двигателестроении;

умения:

- внедрять принципы устойчивого развития
- идентифицировать задачи в области устойчивого развития
- идентифицировать ключевые показатели деятельности организации
- проводить интеграцию деятельности по устойчивому развитию в процессы организации;

навыки:

- владеть инструментами в области устойчивого развития
- разрабатывать показатели управления деятельностью предприятия для повышения устойчивого развития
- анализировать данные по производственным процессам и повышать эффективность производства
- разрабатывать единые стандарты для производственных операций
- оптимизировать процессы производства с использованием автоматизированных систем и цифровых технологий
- планировать, управлять, оптимизировать и контролировать все типы ресурсов и материалов
- применять «зеленые» технологии в производстве компонентов двигателя.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УСТОЙЧИВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- УК-8 — Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 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	Практические занятия		
5	9	Раздел 1. Введение в устойчивость авиадвигателестроения. 1.1 Введение в понятие устойчивого развития производства. Специфика устойчивого развития в двигателестроении 1.2 Регуляторные требования в двигателестроении.	10	4	2	0	2	6	20
5	9	Раздел 2. Экологичные материалы и технологии. 2.1 Перспективные материалы для двигателей 2.2 Энергоэффективные решения 2.3 Рециклинг компонентов 2.4 Особенности внедрения «зеленых» технологий для высокоответственных ДСЕ ГТД ЛА.	30	18	6	5	7	12	20
5	9	Раздел 3. Оптимизация производства двигателей. 3.1 Основные принципы организации устойчивого производства и управление жизненным циклом изделия. Поток единичных изделий 3.2 Бережливое производство (Lean) в двигателестроении. Повышение эффективности производства 3.3 Цифровые технологии в двигателестроении. Лучшие практики организации производства и повышения эффективности в двигателестроении.	26	14	4	6	4	12	20
5	9	Раздел 4. Устойчивая логистика в двигателестроении. 4.1 «Зелёная» логистика для двигателестроительных предприятий 4.2 Управление цепочками поставок (SCM) с блокчейном.	16	6	2	2	2	10	20
5	9	Раздел 5. Экономика замкнутого цикла в двигателестроении. 5.1 Принципы Circular Eсоnomy в двигателестроении 5.2 Бизнес-модели устойчивого двигателестроения.	26	9	3	4	2	17	20
Всего за 9 семестр			108	51	17	17	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в устойчивость авиадвигателестроения.	Семинары: 1) Анализ углеродного следа двигателя. 2) Экономика SAF.	2
2	Раздел 2. Экологичные материалы и технологии.	Семинары: 1) Расчет и анализ энергетической рентабельности (EROI) процессов добычи ключевых легирующих элементов (на примере никеля и титана). 2) Сравнительный анализ воздействия на окружающую среду процессов добычи никеля, кобальта и титана с использованием методологии Life Cycle Assessment (LCA). 3) Разработка технологической карты рециклинга лопаток ГТД. 4) Оценка рисков и возможностей внедрения "зеленых" решений для высокоответственных ДСЕ.	7
3	Раздел 3. Оптимизация производства двигателей.	Семинары: 1) Картирование потока создания ценности (VSM) на авиационном предприятии. 2) Внедрение 5S на участке сборки / Внедрение 5S в цехе. 3) Оптимизация сборки турбины (Lean).	4
4	Раздел 4. Устойчивая логистика в двигателестроении.	Хакатон: "Зелёный" стенд.	2
5	Раздел 5. Экономика замкнутого цикла в двигателестроении.	Семинар: Разработка стратегии внедрения принципов циклической экономики в жизненный цикл авиационного двигателя. Заслушивание докладов по темам рефератов.	2
Всего за 9 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
-------	----------------------	-------------------------------	-------------------

	раздела дисциплины		
1	Раздел 2. Экологичные материалы и технологии.	Лабораторные работы: 1) Оценка экологической эффективности авиационных двигателей в контексте целей устойчивого развития. 2) Утилизация отходов электроэрозионной и электрохимической обработки в авиастроении.	5
2	Раздел 3. Оптимизация производства двигателей.	Лабораторные работы: 1) Создание упрощённой модели цифрового двойника. 2) Прогнозирование остаточного ресурса лопатки турбины. 3) Оптимизация цеха с Digital Twin".	6
3	Раздел 4. Устойчивая логистика в двигателестроении.	Лабораторная работа: Повышение устойчивости и прослеживаемости авиационной цепочки поставок с использованием технологии Blockchain.	2
4	Раздел 5. Экономика замкнутого цикла в двигателестроении.	Лабораторные работы: 1) Проектирование камеры сгорания. 2) Цифровой двойник для прогноза выбросов.	4
Всего за 9 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в устойчивость авиадвигателестроения.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
2		Подготовка к аудиторному практикуму, оформлнение отчёта по практической работе.	2
3	Раздел 2. Экологичные материалы и технологии.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
4		Подготовка к аудиторному практикуму, оформлнение отчёта по практической работе.	4
5		Подготовка к лабораторному практикуму, оформлнение отчёта по лабораторной работе.	4
6	Раздел 3. Оптимизация производства двигателей.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
7		Подготовка к аудиторному практикуму, оформлнение отчёта по практической работе.	4
8		Подготовка к лабораторному практикуму, оформлнение отчёта по лабораторной работе.	4
9	Раздел 4. Устойчивая логистика в двигателестроении.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	5
10		Подготовка к лабораторному практикуму, оформлнение отчёта по лабораторной работе.	5
11	Раздел 5. Экономика замкнутого цикла в двигателестроении.	Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	4
12		Подготовка к лабораторному практикуму, оформлнение отчёта по лабораторной работе.	4
13		Написание реферата, подготовка доклада	7
14		Подготовка к аудиторному практикуму, оформлнение отчёта по практической работе.	2
Всего за 9 семестр			57

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
9				Отч. по ПЗ	Отч. по ЛР	ДР		Отч. по ПЗ	Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ПЗ	Отч. по ЛР	Отч. по ПЗ	Отч. по ЛР	Докл, Реф	ДР	Тест, зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- Докл – доклад;
- Реф – реферат;
- Тест – тест;
- зач. – зачет.

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- отчет по ЛР;
- доклад;
- реферат;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчиков. . Интеллектуальные цифровые технологии концептуального проектирования инженерных решений. Москва: ИНФРА-М, 2019, эл. рес.
2. А. Ю. Андрияшкин, О. О. Галинская, А. В. Галинский. . Бережливое производство. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
3. Д. А. Ягодников, В. П. Александренков, Ю. Н. Власов. . Актуальные проблемы ракетного двигателестроения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, эл. рес.
4. М. А. Брче, И. Н. Омельченко, А. Шааб. . Устойчивое развитие: механизмы реализации. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020, эл. рес.
5. С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Инженерная защита окружающей среды. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

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. <https://www.easa.europa.eu/domains/environment/icao-aircraft-engine-emissions-databank> — ICAO Aircraft Engine Emissions Databank | EASA;
2. <https://www.cfmaeroengines.com/leap/>;
3. <https://www.sae.org/standards/content/air6270/>.

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. Практические занятия:

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

6.3. Лабораторные занятия:

1. Проектор.

6.4. 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 **УСТОЙЧИВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.02 *Проектирование авиационных и ракетных двигателей*. Дисциплина реализуется на факультете *Е* Оружие и системы вооружения БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е5* Техносферная безопасность и вычислительная механика.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-4 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием, внедрением и управлением экологически и экономически устойчивыми производственными процессами в авиационной промышленности с учетом современных экологических требований, технологических инноваций и международных стандартов. Изучаются принципы устойчивого производства (ресурсосбережение, снижение выбросов, переработка отходов), методы оценки жизненного цикла (LCA) авиационной продукции, современные экологичные производственные технологии, в том числе аддитивное производство (3D-печать) для минимизации отходов, использование биocomпозитов и переработанных материалов, внедрение водородных и электрических силовых установок. Изучаются положения международных экологических стандартов (ICAO CORSIA, EU ETS, ISO 14001), вопросы проведения экологического аудита производственных процессов. Развиваются навыки цифровизации и оптимизации: применение цифровых двойников (Digital Twins) для снижения энергопотребления, использование AI и Big Data для прогнозирования экологического воздействия. Ведётся подготовка к работе в условиях глобальной декарбонизации: в рамках стратегий Net Zero к 2050 году (IATA, Airbus, Boeing) и альтернативных авиационных топлив (SAF).

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- отчет по ЛР;
- доклад;
- реферат;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 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. Введение в устойчивость авиадвигателестроения.		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	М. А. Брче, И. Н. Омельченко, А. Шааб. . Устойчивое развитие: механизмы реализации: М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020 (1)	4
Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.		2
Итого по разделу 1		6
Раздел 2. Экологичные материалы и технологии.		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Инженерная защита окружающей среды: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (2-5)	4
Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.		4
Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.		4
Итого по разделу 2		12
Раздел 3. Оптимизация производства двигателей.		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. В. Галинский. . Бережливое производство: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2-5) А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчиков. . Интеллектуальные цифровые технологии концептуального проектирования инженерных решений: Москва: ИНФРА-М, 2019 (1-6)	4
Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.		4
Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.		4
Итого по разделу 3		12
Раздел 4. Устойчивая логистика в двигателестроении.		
Анализ лекционного	Д. А. Ягодников, В. П. Александренков, Ю. Н. Власов. .	5

материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Актуальные проблемы ракетного двигателестроения: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (7)	
Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.		5
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Экономика замкнутого цикла в двигателестроении.		
Анализ лекционного материала. Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	С. С. Борцова, М. В. Буторина, Л. Ф. Дроздова. . Инженерная защита окружающей среды: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (6)	4
Подготовка к лабораторному практикуму, оформление отчёта по лабораторной работе.		4
Написание реферата, подготовка доклада		7
Подготовка к аудиторному практикуму, оформление отчёта по практической работе.		2
Итого по разделу 5		17

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- реферат;
- тест;
- отчет по ЛР;
- доклад;
- 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.

Отчет по практическому заданию

Критерии оценивания:

15% - верное определение начальных данных и хода решения задачи;

20% - верное определение формул(ы)(условий) для решения задачи;

50% - верное определение конечного результата;

15% - верное оформление отчёта по практическому заданию в соответствии с методическими рекомендациями, размещёнными в задании в moodle.

Итоговый балл за задание рассчитывается как произведение максимального балла (указанного в технологической карте) на процент выполнения.

Реферат

Темы рефератов

Технологии устойчивого производства в авиастроении:

1. Аддитивные технологии (3D-печать) как инструмент снижения отходов в авиастроении.
2. Применение биокompозитных материалов в конструкции самолетов.
3. Роботизация и автоматизация для энергоэффективного производства.
4. Вторичная переработка углепластиков: методы и перспективы.

Альтернативные источники энергии и топлива:

5. Водородные двигатели в авиации: текущее состояние и вызовы.
6. Биотопливо для авиации (SAF): производство, преимущества и ограничения.
7. Электрические и гибридные силовые установки в современных самолетах.
8. Перспективы использования солнечной энергии в авиации.

Экологический менеджмент и стандартизация:

9. Система экологического менеджмента ISO 14001 в авиапредприятиях.
10. Требования CORSIA и их влияние на авиационную отрасль.
11. Методы оценки жизненного цикла (LCA) авиационных компонентов.
12. Углеродный след авиаперевозок и способы его снижения.

Цифровизация и инновации:

13. Цифровые двойники (Digital Twins) для оптимизации ресурсопотребления.
14. Искусственный интеллект в управлении «зелеными» производственными процессами.
15. Блокчейн для отслеживания экологичности цепочек поставок в авиации.

Экономика и устойчивое развитие:

16. Экономические выгоды от внедрения устойчивых технологий в авиастроении.
17. Государственные программы поддержки «зеленой» авиации (на примере ЕС, США, РФ).
18. Круговая экономика (Circular Economy) в авиационной промышленности.

Кейсы компаний:

19. Стратегия Airbus «Zero Emission»: технологии и сроки реализации.
20. Boeing и устойчивое производство: успехи и критика.
21. Опыт российских предприятий (например, ОАК, «Иркут») в снижении экологического следа.

Будущее устойчивой авиации:

22. Концепция «зеленого аэропорта»: инфраструктура и технологии.

23. Сравнение экологичности разных видов транспорта: авиация vs. железные дороги.

24. Может ли авиация стать полностью углеродно-нейтральной к 2050 году?

Тест

Тестирование проводится в рамках диагностической работы в ЭИОС Moodle. Студенту предлагается 10 тестовых вопросов.

Критерии оценивания диагностической работы:

при выполнении не менее 60% заданий – 10 баллов;

при выполнении менее 60% заданий - 0 баллов.

Успешное прохождение теста регистрируется при условии прохождения тестирования в срок, предусмотренный графиком КМ. Комплект типовых тестовых вопросов включён в состав УМК дисциплины, вопросы расположены в ЭИОС Moodle

Отчет по ЛР

Критерии оценивания:

15% - верное определение начальных данных и хода решения задачи;

20% - верное определение формул(ы)(условий) для решения задачи;

50% - верное определение конечного результата;

15% - верное оформление решения отчёта по ЛР в соответствии с методическими рекомендациями, размещёнными в задании в moodle.

Итоговый балл за задание рассчитывается как произведение максимального балла (указанного в технологической карте) на процент выполнения.

Доклад

Критерии оценивания реферата с докладом:

15% – новизна реферированного текста (актуальность проблемы и темы; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта выбранной для анализа проблемы; наличие авторской позиции, самостоятельность суждений);

20% – степень раскрытия сущности проблемы (соответствие плана теме реферата /доклада, соответствия содержание теме и плану; полнота и глубина раскрытия основных понятий; обоснованность способов и методов работы с материалом; умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал, умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы);

15% – обоснованность выбора источников (круг, полнота использования литературных источников по теме; привлечение новейших работ (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.п.) и правовых ресурсов);

10% – соблюдение требований к оформлению (правильное оформление ссылок на используемую литературу; грамотность и культура изложения; владение терминологии и понятийный аппаратом; соблюдение требований к объему работы; культура оформления: выделение абзацев; использование информационных технологий);

5% – письменное изложение (отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешности; отсутствие опечаток, сокращение слов, кроме общепринятых; литературный стиль).

25% - устное изложение (освящены ли основные положения и выводы реферата);

10 % - владение материалом (правильные ответы на вопросы преподавателя по рассматриваемой тематике).

Итоговый балл за реферат и доклад рассчитывается как произведение максимального балла (указанного в технологической карте) на процент выполнения.

Зачет

Зачет выставляется в соответствии с набранными за контрольные мероприятия баллами. График контрольных мероприятий предусматривает выполнение студентом трёх диагностических работ, четырёх практических заданий, четырёх лабораторных работ. Оценивается и посещаемость лекционных занятий.

Набранная итоговая сумма баллов пересчитывается в оценку по следующей схеме:

- 60-100 баллов – зачтено,

- менее 60 баллов – не зачтено.

В случае несогласия с итоговой оценкой студент имеет право на прохождение итогового тестирования по всему курсу с целью её повышения.

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	Практические занятия		ОПК-4	
5	9	Раздел 1. Введение в устойчивость авиадвигателестроения.	10	4	2	0	2	6	20	Тест, Реферат, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 2. Экологичные материалы и технологии.	30	18	6	5	7	12	20	Тест, Реферат, Отчет по ЛР, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 3. Оптимизация производства двигателей.	26	14	4	6	4	12	20	Тест, Реферат, Отчет по ЛР, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 4. Устойчивая логистика в двигателестроении.	16	6	2	2	2	10	20	Тест, Реферат, Отчет по ЛР, Отчет по практическому заданию
5	9	Раздел 5. Экономика замкнутого цикла в двигателестроении.	26	9	3	4	2	17	20	Тест, Реферат, Отчет по ЛР, Отчет по практическому заданию, Доклад
Всего за 9 семестр			108	51	17	17	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	17	17	17	57	100	

Оценочные материалы по дисциплине УСТОЙЧИВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

ОПК-4 - Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов авиационной и ракетно-космической техники

- № 1 Прочитайте текст и установите последовательность
Расставьте в верной последовательности стадии «линейной» схемы жизненного цикла материала:
1. добыча сырья
 2. дизайн и производство
 3. упаковка и дистрибуция
 4. использование и ремонт (восстановление)
 5. обращение с отходами
- № 2 Прочитайте текст и установите последовательность
Расположите последовательно этапы метода организация рабочего пространства (5С):
1. Сортировка
 2. Самоорганизация
 3. Систематическая уборка
 4. Стандартизация
 5. Совершенствование
- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Перспективные материалы для двигателей:
- № 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
Энергоэффективные решения:
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Типовые модели экономики замкнутого цикла:
1. Бизнес-модель поставок замкнутого цикла
 2. Бизнес-модель рекуперации ресурсов
 3. Бизнес-модель продления сроков службы изделий
 4. Бизнес-модель снижения углеродного следа
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
Снижение выбросов CO₂ напрямую связано с сокращением расхода топлива. Достигается это за счет:
1. Повышения термического КПД (более высокие степени сжатия, температуры в цикле).
 2. Увеличения степени двухконтурности (bypass ratio) современных турбовентиляторных двигателей.
 3. Применения новых материалов (керамические композиты, углепластики) для облегчения конструкции и повышения температур.
 4. Совершенствование процесса горения и снижение пиковых температур в зоне горения.
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Какой стандарт регламентирует экологический менеджмент на предприятии?
1. ISO 9001
 2. ISO 14001
 3. AS9100
 4. ISO 45001
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
Что включает понятие «жизненный цикл продукции» (LCA) в авиастроении?
1. Только производство и утилизацию
 2. Добычу сырья, производство, эксплуатацию, утилизацию

3. Только эксплуатацию самолета
4. Разработка документации по LCA
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какая технология позволяет снизить отходы при производстве деталей?
1. Литье под давлением
 2. Аддитивное производство (3D-печать)
 3. Фрезерование
 4. Термическая обработка и покрытия
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Авиационный шум — значительный фактор экологического загрязнения в районе аэропортов, влияющий на здоровье и качество жизни населения. Основные пути его снижения:
1. снижение шума вентилятора
 2. снижение шума струи выхлопных газов
 3. снижение шума турбины
 4. снижение шума от передачи вибрации кабины
- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие
- Сопоставьте название (аббревиатуру) и его значение:
1. Схема компенсации и сокращения выбросов углерода для международной авиации.
 2. Система торговли квотами на выбросы парниковых газов, которая является ключевым инструментом в политике ЕС по борьбе с изменением климата.
 3. Международный стандарт, который устанавливает требования к системам экологического менеджмента
 4. Систематический метод оценки воздействия продукта, процесса или услуги на окружающую среду на протяжении всего их жизненного цикла.
- A. CORSIA
B. EU ETS
B. ISO 14001
Г. LCA
- № 12 Прочитайте текст и установите соответствие
- Сопоставьте вид деятельности в области обращения с отходами с её целью:
1. предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации
 2. получить из отходов продукцию, применить для оказания услуг, в том числе применить по прямому назначению, вернуть в производство, извлечь ценные компоненты
 3. предотвратить вредное воздействие отходов на окружающую среду
 4. использование ТКО в качестве возобновляемого источника энергии (вторичных энергетических ресурсов)
- A. обработка
Б. утилизация
B. обезвреживание
Г. использование