



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

Институт дополнительного образования

СОГЛАСОВАНО

на заседании Учёного совета
от « 23 » декабря 2024 г.
Протокол № 31

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора А.В. Тропичкин
« 23 » декабря 2024 г.



Дополнительная программа профессиональной переподготовки

**«Проектирование, экспериментальная отработка и эксплуатация
ракетно-космической техники»**

Автор программы:

Мороз А.П. – заведующий кафедрой техники и технологии;

Квач С.С. – доцент кафедры техники и технологии

г. Королёв, 2024 г.

1. РАЗДЕЛ «ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ»

1.1. Цель реализации программы.

Получение слушателями теоретических знаний и приобретение необходимых практических навыков в ракетно-космической отрасли.

Совершенствуемые компетенции.

Таблица 1

№ п/п	Компетенции	Направление подготовки Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно – космических комплексов 24.05.01 Код компетенции
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)		
1	Способность использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач	ОК-2
2	Способность критически оценивать основные теории и концепции, границы их применения	ОК-3
3	Способность предусмотреть меры по сохранению и защите экосистемы в ходе своей общественной и профессиональной деятельности	
4	Получение и обработка информации из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые знания	ОК-14
Профессиональные компетенции (ПК):		
1	Способность разрабатывать технологический процесс изготовления изделий ракетно-космической техники	ПК-12
2	Способность проводить техническое проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов	ПК-4
3	Способность разрабатывать проектные решения несущих и вспомогательных конструкций сооружений с использованием систем автоматизированного проектирования в соответствии с Единой системой конструкторской документации и системой проектной документацией в строительстве с использованием	ПК-5

№ п/п	Компетенции	Направление подготовки Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно – космических комплексов 24.05.01 Код компетенции
	современных программных комплексов	

1.2. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

№ п/п	Знать	Направление профессионального стандарта Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно – космических комплексов 24.05.01 Регистрационный номер 691 Код компетенции А Уровень квалификации 8
1	Цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущности профессии инженера как обязанности служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения	ОПК-1
2	Анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	ПК-2
3	Способность на основе системного подхода к проектированию разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование систем, механизмов и агрегатов, входящих в проектируемое изделие ракетно-космического комплекса, разрабатывать технические задания на проектирование конструкций и сооружений наземного комплекса	ПК-6
Уметь		
1	Проектировать технологические процессы и технологическую оснастку для изготовления ракет и КА, проводить автоматизацию технологических процессов	ПСК-21.1

№ п/п	Знать	Направление профессионального стандарта Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно – космических комплексов 24.05.01
		Регистрационный номер 691
		Код компетенции А Уровень квалификации 8
2	Внедрять в производство новые материалы и конструкторско- технологические решения	ПСК-21.2
3	Разрабатывать методы испытаний и контроля изделий ракетно- космической техники в процессе производства	ПСК-21.4
4	Разрабатывать мероприятия по охране труда и экологической безопасности	ПСК-21.5
5	Проводить технико-экономический анализ принимаемых проектных решений	ПСК-21.6
Трудовые функции		
1	Проведение в соответствии с тактико-техническим заданием и техническим заданием теоретических и экспериментальных исследований в области создания новых образцов космической техники	
2	Разработка проектов космических аппаратов, космических систем и их составных частей	
3	Координация разработки, проектирование, конструирование и сопровождение на всех этапах жизненного цикла космических аппаратов, космических систем и их составных частей	
4	Анализ и оценка работы космических аппаратов, космических систем и их составных частей при подготовке к запуску и в процессе эксплуатации	

1.3. Категории обучающихся:

Целевую группу для подготовки по Программе составляют:

- 1) Лица, имеющие среднее профессиональное и(или) высшее образование;
- 2) Лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Таблица №3

Код ОКЗ	Наименование	Код ОКЗ	Наименование
2141	Инженеры в промышленности и на производстве	2144	Инженеры-механики

2152	Инженеры-электроники	1223	Руководители подразделений по научным исследованиям и разработкам
------	----------------------	------	---

1.4. Форма обучения: очно-заочная с использованием дистанционных образовательных технологий.

1.5. Срок освоения программы, режим занятий:

1. Срок освоения программы - 340 академических часов;
2. Режим аудиторных занятий – 2 дня в неделю (4 академических часа в день);
3. Форма промежуточного контроля:
 - зачет, исходя из норм – 0,25 часа на 1 слушателя;
 - экзамен, исходя из норм – 0,35 часа на 1 слушателя.
4. Форма контроля - итоговая аттестация, исходя из норм – 0,5 часа на 1 слушателя.

2. РАЗДЕЛ «СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ»

2.1. Учебный (тематический) план

Таблица 4

№ п/п	Наименование модулей (разделов) и тем	Всего часов	В том числе			Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Самосто- ятельная работа	
Базовая часть		80	48	-	32	-
1	Модуль 1. Высшая математика	80	48	-	32	Экзамен
Профильная часть (предметно-методическая)		220	48	16	156	-
2	Модуль 2. Основы проектирования комплексных систем	40	10	-	30	Зачет
3	Модуль 3. Управление качеством	40	8	8	24	Зачет
4	Модуль 4. Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической отрасли	80	18	8	54	Экзамен
5	Модуль 5.	20	4	-	16	Зачет

	Воздействие ракетно-космической техники на окружающую среду и безопасность человека					
6	Модуль 6. Правовые основы инженерной деятельности	10	2	-	8	Зачет
7	Модуль 7. Экономика организация производства в ракетно-космической отрасли	20	4	-	16	Зачет
8	Модуль 8. Социально-психологическая адаптация и средства коммуникации в производственной деятельности	10	2	-	8	Зачет
Итоговая аттестация		40	-	-	-	Итоговый экзамен
Итого		340	96	16	188	40

2.2. Распределение часов (трудоемкость) по темам и видам работ

Таблица 5

№ п/п	Наименование разделов/ модулей и тем	Общая трудоемкость (часы)	Аудиторные занятия			Форма контроля
			Лекции (часы)	Семинары, практические занятия, лабораторные часы	Самостоя- тельная работа	
Базовая часть		6	3	3	-	
1	Модуль 1. Высшая математика	80	48	-	32	Экзамен
1.1	Тема 1. Основы комплексного анализа	10	10	-	-	-
1.2	Тема 2. Теоретическая механика	12	12	-	-	-
1.3	Тема 3. Основы вычислительной техники	18	8	-	10	-
1.4	Тема 4. Детали машин	16	6	-	10	-
1.5	Тема 5. Актуальные проблемы изготовления и использования композиционных материалов в изделиях РКТ	12	6	-	6	-

№ п/п	Наименование разделов/ модулей и тем	Общая трудоемкость (часы)	Аудиторные занятия			Форма контроля
			Лекции (часы)	Семинары, практические занятия, лабораторные часы	Самостоя- тельная работа	
1.6	Тема 6. Теория механизмов и машин	12	6	-	6	-
Профильная часть (предметно-методическая)		220	48	16	156	-
2	Модуль 2. Основы проектирования комплексных систем	40	10	-	30	Зачет
2.1	Тема 1. Системы управления космическими аппаратами	12	2	-	10	-
2.2	Тема 2. Ракетные двигатели	12	4	-	8	-
2.3	Тема 3. Строительная механика ракет	16	4	-	12	-
3	Модуль 3. Управление качеством	40	8	8	24	Зачет
3.1	Тема 1. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость в ракетно-космической технике	20	4	4	12	-
3.2	Тема 2. Управление качеством в ракетно-космической отрасли	20	4	4	12	-
4	Модуль 4. Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники	80	18	8	54	Экзамен
4.1	Тема 1. Основы конструирования и проектирования ракетных систем	20	4	2	14	-
4.2	Тема 2. Экспериментальная отработка ракетной техники	24	6	2	16	-
4.3	Тема 3. Основы теории надежности ракетно-	18	4	2	12	-

№ п/п	Наименование разделов/ модулей и тем	Общая трудоемкость (часы)	Аудиторные занятия			Форма контроля
			Лекции (часы)	Семинары, практические занятия, лабораторные часы	Самостоя- тельная работа	
	космической техники					
4.4	Тема 4. Основы эксплуатации ракетно-космических комплексов	18	4	2	12	-
5	Модуль 5. Воздействие ракетно- космической техники на окружающую среду и безопасность человека	20	4	-	16	Зачет
6	Модуль 6. Правовые основы инженерной деятельности	10	2	-	8	Зачет
7	Модуль 7. Экономика и организация производства в ракетно-космической отрасли	20	4	-	16	Зачет
8	Модуль 8. Социально- психологическая адаптация и средства коммуникации в производственной деятельности	10	2	-	8	Зачет
Итоговая аттестация		40				
Всего		340	96	16	188	40

2.3. Календарный график

Таблица 6

№	Содержание	Описание
1	Начало занятий по программе	Согласно учебно-методическому плану
2	Окончание занятий по программе	Согласно учебно-методическому плану
3	Продолжительность учебной недели	Обучение проводится ежедневно в период с 9-00 до 16-00, без перерыва на обед, за исключением выходных и праздничных дней в соответствии с законодательством РФ

Примерный график расписания

Таблица 7

№ раздела /модуля	Недели													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Модуль 1														
Модуль 2														
Модуль 3														
Модуль 4														
Модуль 5														
Модуль 6														
Модуль 7														
Модуль 8														
Модуль 9														
Модуль 10														
Модуль 11														
Модуль 12														
Аттестация														

2.4. Учебная программа

БАЗОВАЯ ЧАСТЬ (80 часов)

Модуль 1. Высшая математика (80 часов).

Лекционные занятия (48 часов).

Нахождение решений предложенной классической задачи численного анализа, используя свободно распространяемое программное обеспечение; уметь оценить погрешность найденного решения; уметь применять численные методы в вычислительных экспериментах с математическими моделями; проводить аналитическое исследование результатов применения численных методов к математическим моделям реальных задач.

Ознакомление слушателей с основами инженерных методов расчета и проектирования узлов и деталей машин общемашиностроительного назначения; усвоение принципов рационального проектирования элементов конструкций, узлов и деталей машин; знакомство с современными компьютерными технологиями расчета и проектирования узлов и деталей машин; изучение конструкций и критериев работоспособности механических передач их узлов, правил, методов и норм проектирования деталей машин,

приобретения необходимых навыков и знаний для проектирования механических передач и их элементов.

Изучаемый материал является необходимой базой для профессиональной деятельности, в которой закладываются основные теоретические и практические знания, навыки и умения для решения задач анализа и синтеза. Учащиеся получают навыки проектирования механизмов для авиационной, ракетной техники, исследований в области: гидрогазоаэродинамики, теплообмена, прочности, динамики конструкции и движения изделий, а также проектирование объектов ракетных и ракетно-космических систем, систем жизнеобеспечения, оборудования и систем стартовых и технических комплексов. Освоение дисциплины позволяет студентам получить знания и практические навыки проектирования механизмов и машин, оценки уровня качества техники.

Самостоятельная работа (32 часа).

Изучение базовых положений математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач.

Понимание роли математических и естественнонаучных наук и способностью к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способностью использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин

ПРОФИЛЬНАЯ ЧАСТЬ (предметно-методическая) (220 часов)

Модуль 2. Основы проектирования комплексных систем (40 часов).

Лекционные занятия (10 часов).

Целью изучения дисциплины «Системы управления космическими аппаратами» знакомство с основными принципами управления космическими летательными аппаратами (КЛА), элементами систем управления КЛА и

методами исследования этих систем. Рассмотрены вопросы применения гироскопических устройств и инфракрасной вертикали для построения базовой системы отсчета на борту КЛА, приводится исследование пространственной ориентации аппарата с помощью двигателей-маховиков и моментного магнитопривода, возможность использования в целях управления гравитационного и магнитного полей Земли. Рассмотрены основные вопросы оптимального управления ориентацией КЛА.

Целью изучения дисциплины «Ракетные двигатели» является овладение понятийным аппаратом ЖРД и ЖРДУ; методами проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений; методами испытаний и вопросами обеспечения надежности; методами математического моделирования ЖРД; техникой расчета и конструирования ЖРД и ЖРДУ их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий. У студентов формируются знания: по РДТТ и РДУТТ; методам проведения комплексного технико-экономического анализа для обоснованного принятия решений; методам испытаний и вопросам обеспечения надежности; методам математического моделирования РДТТ. Учащиеся получают навыки техники расчета и конструирования РДТТ и РДУТТ, их узлов и агрегатов с использованием информационных технологий.

Изучение теоретических методов и формирование практических навыков расчета напряженно-деформированного состояния твердых деформируемых тел при упругом, упругопластическом и хрупком поведении материала. Студенты приобретают знания и умения, необходимые для расчета и проектирования сложных деталей, узлов и конструкций ракетно - космических комплексов, оценки их прочности при различных условиях эксплуатации, знакомятся с современными компьютерными технологиями прочностного проектирования на базе метода конечных элементов.

Самостоятельная работа (30 часов).

Решение стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

Модуль 3. Управление качеством (40 часов)

Лекционные занятия (40 часов).

Изучение принципов обеспечения единства измерений, обеспечивающих заданные критерии качества; выбор методов измерений и средств измерений с заданными метрологическими характеристиками; закономерности формирования результата измерения, понятие погрешностей; изучение методов и принципов стандартизации; изучение отклонений, допусков и посадок; нормирование микронеровностей; контроль геометрической и кинематической точности деталей, узлов и механизмов.

Формирование у студентов целостного системного представления об управлении качеством как современной концепции управления, а также умений и навыков в области управления качеством продукции, услуг, работ, деятельности отечественных предприятий и организаций.

Актуальность изучения дисциплины диктуется потребностями рыночной экономики, в условиях которой успешная деятельность предприятий основывается на конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Основу конкурентоспособности продукции составляет ее качество, стабильность которого достигается путем внедрения на предприятиях систем качества и подтверждается сертификацией продукции и систем качества.

Семинары, практические занятия, лабораторные часы (8 часов).

Разработка методов испытаний и контроля изделий ракетно - космической техники в процессе производства.

Самостоятельная работа (24 часа).

Формирование у слушателей знаний, умений и навыков в области метрологии, стандартизации и технических измерений в профессиональной

деятельности для обеспечения эффективности этой деятельности за счет повышения достоверности результатов измерений и правильного использования специальной нормативной документации.

Модуль 4. Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники (80 часов).

Лекционные занятия (18 часов).

Целью изучения дисциплины «Основы теории надежности ракетно-космической техники» является овладение слушателями методами и математическим аппаратом расчета надежности и эффективности ракетной техники.

Задачи: изучение подходов к оценке надежности и эффективности ракетной техники; изучение математического аппарата расчета надежности; знакомство с методами расчета надежности на различных этапах создания и эксплуатации ракетной техники; знакомство с методами расчета эффективности ракетных и артиллерийских систем.

Знания, полученные при изучении дисциплины, необходимы для проведения оценки надежности существующих и вновь создаваемых ракетно-космических объектов, осуществления контроля и обеспечения надежности на различных этапах жизненного цикла изделий.

Освещение основных теоретических положений по эксплуатации космических средств, обобщение опыта эксплуатации, накопленного при применении космических средств. Дается последовательное и полное освещение основных положений по системе эксплуатации космических средств, управлению эксплуатацией космических средств, организации эксплуатации космических средств, эксплуатации космических средств за пределами назначенных показателей ресурса и срока службы.

Основы проектирования ракетных систем и двигателей твердого топлива и ракетных двигателей жидкого топлива различного назначения. Слушатели

получают навыки выполнения этапов разработки: формирование задания, расчет параметров, выбор конструктивной схемы, материалов, разработка конструкции, расчет на прочность и т.д. Излагаются основы комплексного проектирования и экспериментальной отработки комбинированных ракетных систем. Приводятся конструктивно - компоновочные схемы и конструкции узлов комбинированных систем. Студенты знакомятся с методологией расчетно-конструкторской разработки ракетных систем, различных схем для выбора базовой компоновки на этапе технического предложения.

Изучаются: подходы к оценке надежности и эффективности ракетной техники; математический аппарат расчета надежности; методы расчета надежности на различных этапах создания и эксплуатации ракетных двигателей; методы расчета эффективности ракетных систем. Рассмотрены основные виды испытаний ракетных двигателей и их узлов, а также порядок сертификации и сертификационных испытаний ракетных двигателей. Дается характеристика методов измерений, применяемых при экспериментальных исследованиях, описание основных видов экспериментальных стендов и их оборудования.

Семинары, практические занятия, лабораторные часы (8 часов).

Анализ полученных знаний в ходе занятий лекционного типа: целей и задач. Способность проводить техническое проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники.

Анализ стадии разработки ракетных систем и автоматизированное проектирование его элементов.

Экспериментальное определение характеристик двигателя, проверки ресурса и надежности, определения и нормирования выбросов загрязняющих веществ и характеристик шума двигателей.

Самостоятельная работа (54 часа).

Самостоятельное изучение основных направлений решения задач по надежности ракетно-космической техники.

Формирование знаний по оценке надежности существующих и вновь создаваемых ракетно-космических объектов.

Модуль 5. Воздействие ракетно-космической техники на окружающую среду и безопасность человека (20 часов).

Лекционные занятия (4 часа).

Целью изучения дисциплины является охрана здоровья населения, включая персонал, от вредного воздействия ионизирующего излучения. Изучение основ системы радиационной безопасности. Знакомство с основными типами радиации на Земле и в околоземном пространстве. Воздействие радиации на персонал, приборы и материалы. Основные способы радиационной защиты.

Самостоятельная работа (16 часов).

Закрепление знаний, полученных на лекционных занятиях. Самостоятельное изучение рекомендуемой литературы и нормативно-правовых актов. Понимание значения охраны окружающей среды и рационального природопользования.

Модуль 6. Правовые основы инженерной деятельности (10 часов).

Лекционные занятия (2 часа).

Рассмотрение особенностей правового регулирования инженерных отношений в Российской Федерации. Изучение содержания инженерной деятельности и источники их правового регулирования. В рамках лекционных занятий будет дана характеристика правового статуса участников инжиниринга и проанализированы вопросы ответственности за совершенные в данной сфере правонарушения. Раскрыты особенности регулирования инженерных отношений гражданским, административным и трудовым законодательством.

Самостоятельная работа (8 часов).

Закрепление знаний, полученных на лекционных занятиях. Самостоятельное изучение рекомендуемой литературы и нормативно-правовых актов.

Модуль 7. Экономика и организация производства в ракетно-космической отрасли (20 часов).

Лекционные занятия (4 часа).

Изучение дисциплины «Экономика и организация производства в ракетно-космической отрасли» будет способствовать приобретению студентами знаний в области становления нового экономического мышления, позволит получить знания, необходимые для эффективного хозяйствования, использовать эффективные методы принятия управленческих решений, касающихся собственно производства, инвестирования и финансирования предприятия, использования персонала, маркетинга, планирования и т.д.

Самостоятельная работа (16 часов).

Анализ социально-значимых процессов и явлений, к ответственному участию в общественно-политической жизни.

Проведение технико-экономического анализа принимаемых проектных решений.

Модуль 8. Социально-психологическая адаптация и средства коммуникации в производственной деятельности (10 часов).

Лекционные занятия (2 часа).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением роли коммуникации в жизни и профессиональной деятельности человека, особенности общения людей, имеющих нарушение слуха, зрения, речи, особенности деловой коммуникации, этику дистанционного общения; критерии эффективности коммуникации, принципы построения успешного межличностного общения. Основные коммуникативные барьеры и пути их преодоления в межличностном общении, барьеры общения в условиях образовательной среды, а также сложности межличностного общения лиц, имеющих ограничения здоровья. Моделирование ситуаций, связанных с различными аспектами учебы и жизнедеятельности студентов инвалидов.

Самостоятельная работа (4 часа).

Владение навыком коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач профессиональной деятельности.

3. РАЗДЕЛ «ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»

По результатам обучения проводится аттестация, целью которой является проверка освоения обучающимися курса. Оценка качества освоения программы осуществляется по основным разделам программы в виде экзамена. Обучающимся, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается диплом о профессиональной переподготовке. Обучающимся, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также обучающимся, освоившим часть программы и(или) отчисленным в процессе обучения, выдается справка об обучении с указанием количества прослушанных часов, периоде обучения и(или) результатах итоговой аттестации.

Таблица 8

№ п/п	ОЦЕНКА	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАЧЕТА/ЭКЗАМЕНА
1	оценка «отлично» от 85 до 100 баллов	ставится обучающемуся, ответ которого содержит: глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой; знание концептуально-понятийного аппарата всего курса; знание монографической литературы по курсу, а также свидетельствует о способности: самостоятельно критически оценивать основные положения курса; увязывать теорию с практикой.
2	оценка «хорошо» от 70 до 84 баллов	ставится обучающемуся, ответ которого свидетельствует: о полном знании материала по программе; о знании рекомендованной литературы, а также содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.
3	оценка «удовлетворительно» от 51 до 69 баллов	ставится обучающемуся, ответ которого содержит: поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и

№ п/п	ОЦЕНКА	КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАЧЕТА/ЭКЗАМЕНА
		терминологии курса; стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.
4	оценка «зачтено»	ставится на зачете обучающимся, уровень знаний которых соответствует требованиям, установленным в п. п. 1, 2, 3.
5	оценка «неудовлетворительно» /«не зачтено» менее 50 баллов	«неудовлетворительно» и «не зачтено» ставятся обучающемуся, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала.

Вопросы, выносимые на итоговую аттестацию - экзамен:

1. Формы записи комплексных чисел.
2. Умножение, деление комплексных чисел.
3. Возведение в степень, извлечение корня из комплексных чисел.
4. Понятие аналитической функции.
5. Ряд Лорана.
6. Геометрический способ сложения сил. Равнодействующая сходящихся сил. Проекция силы на ось и на плоскость. Аналитический способ задания и сложения сил.
7. Момент силы относительно оси. Вычисление главного вектора и главного момента системы сил. Приведение пространственной системы сил к простейшему виду.
8. Поступательное движение твёрдого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг оси. Угловая скорость и угловое ускорение.
9. Теорема о сложении скоростей. Теорема о сложении ускорений (теорема Кориолиса).
10. Работа силы. Мощность. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
11. Относительное движение точки. Влияние вращения земли на равновесие и
12. Механическая система. Силы внешние и внутренние. Момент инерции относительно оси. Радиус инерции.

13. Кинетическая энергия системы. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
14. Основное уравнение теории удара. Общие теоремы теории удара. Коэффициент восстановления при ударе.
15. Интегрирование методом прямоугольников.
16. Интегрирование методом хорд.
17. Интегрирование методом трапеций.
18. Конечные разности.
19. Численное нахождение производной.
20. По каким признакам классифицируют композиционные материалы? Что понимается под удельной прочностью и удельной жёсткостью композиционных материалов.
21. Перечислите основные виды армирующих элементов, используемых для получения композиционных материалов.
22. Назовите основные технологические свойства связующих материалов. Какая разница между термопластичными и термореактивными связующими материалами?
23. Из каких материалов могут изготавливаться формы для полимерных композиционных материалов?
24. Перечислите основные методы изготовления полимерных композиционных материалов.
25. Перечислите методы формования изделий из композиционных материалов.
26. Объясните назначение антиадгезионных покрытий.
27. Что такое углерод-углеродные композиционные материалы, керамо-керамические материалы и область их применения?
28. Чем отличаются жидкостные ракетные двигатели малой тяги от жидкостных ракетных двигателей?
29. Отличие удельной тяги Руд от удельного импульса $J_{уд}$.

30. Какие ракетные двигатели более энергетически и функционально эффективны, жидкостные ракетные двигатели или ракетные двигатели на твёрдом топливе?
31. Что такое пушечный запуск ракетного двигателя?
32. Что такое режим работы жидкостного ракетного двигателя малой тяги для обеспечения запуска маршевого жидкостного ракетного двигателя в разгонном блоке ракеты-носителя, и за счет чего это осуществляется.
33. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния.
34. Тензор напряжений. Наибольшие касательные напряжения.
35. Объёмная деформация. Перемещения и деформации. Взаимосвязь между ними.
36. Тензор деформаций. Главные деформации.
37. Работа упругих сил. Потенциальная энергия деформаций.
38. Теорема единственности. Методы решения задачи теории упругости.
39. Методы решения плоской задачи для прямоугольных односвязных областей.
40. Основные уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах.
41. Решение осесимметричной задачи с помощью функции напряжений.
42. Инструменты контроля качества: контрольный листок.
43. Инструменты контроля качества: гистограмма.
44. Инструменты контроля качества: диаграмма разброса.
45. Инструменты контроля качества: диаграмма Парето.
46. Инструменты контроля качества: стратификация (расслоение).
47. Инструменты контроля качества: диаграмма Исикавы.
48. Инструменты контроля качества: диаграмма Ганта.
49. Методика построения контрольной карты.
50. Примеры построения контрольных карт по количественному признаку.
51. Примеры построения контрольных карт по качественному признаку.

52. Роль испытаний в жизненном цикле сложных научно-технических систем.
53. Где и как проводятся сложные по технологии и научно-технологическому обеспечению испытания?
54. Этапы создания и серийного производства ракетно-космических комплексов.
55. Классификация испытаний по продолжительности, их назначение характеристика, трудности.
56. Комплексные испытания изделий РКТ. Квалификационные испытания.
57. Отличие понятий эксперимент и испытания, их взаимосвязь.
58. Что определяет качество изделий РКТ. Почему оценка качества РКТ является крайне сложной задачей?
59. Состав системы испытаний.
60. Методы повышения надежности элементов и систем.
61. Определение надежности. Вопросы, которые изучает надежность.
62. Показатели безотказности, их связь между собой. Упрощенная зависимость для оценки вероятности безотказной работы. В каких случаях ее можно использовать.
63. Связь вероятности безотказной работы с интенсивностью отказов.
64. Показатели долговечности. Понятие и срок сохраняемости.
65. Показатели и важность ремонтпригодности.
66. Структура, функции, главная цель (цель высшего уровня) системы эксплуатации ракетно-космического комплекса.
67. Инфраструктура космодрома, выбор места расположения космодрома. Методологическая основа построения системы мониторинга технического состояния стартового комплекса.
68. Категорирование наземного оборудования ракетно-космического комплекса. Этапы наземной эксплуатации изделий.
69. Основные эксплуатационные процессы по поддержанию требуемого состояния космической техники.

70. Функции управляемой подсистемы эксплуатации ракетно-космического комплекса.
71. Транспортирование космической техники и виды транспортных средств.
72. Основные задачи наземной эксплуатации космической техники, решаемые в процессе функционирования ракетно-космического комплекса. Факторы, влияющие на техническое состояние космической техники при наземной эксплуатации.
73. Последовательность выполнения работ по вводу ракетно-космического комплекса в эксплуатацию.
74. Технические готовности космической техники. Основные методы поиска и устранения неисправностей космической техники.
75. Предмет исследования и методологическая основа теории эксплуатации ракетно-космического комплекса.

**Примерные вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию
(зачет, экзамен):**

- 1) *Чем отличается ЖРДМТ от ЖРД?*
- (?) Названием
 - (?) Тягой (большая и малая тяги)
 - (!) Многорежимностью.
 - (?) Габаритами и массой
- 2) *Отличие удельной тяги $R_{уд}$. От удельного импульса $J_{уд}$.*
- (?) Названием
 - (?) Размерностью
 - (?) Величиной
 - (!) Режимом
- 3) *Какие ракетные двигатели более энергетически и функционально эффективны, ЖРД или РДТТ?*
- (?) РДТТ
 - (!) ЖРД
 - (?) Оба довольно эффективны
 - (?) Оба вида неэффективны

4) *Что такое пушечный запуск ракетного двигателя?*

(?) Запуск РД с помощью пушки.

(!) Запуск РД с первоначальными коротким забросом давления в камере сгорания.

(?) Запуск РД в пушечном залповом комплексе «Катюша»

(?) Запуск РД при стрельбе ракетами по пушкам.

5) *Что такое режим работы ЖРДМТ для обеспечения запуска маршевого ЖРД в разгонном блоке ракеты-носителя, например, в РБ «Фрегат» и за счет чего это осуществляется.*

(?) С помощью ЖРДМТ подаются компоненты топлива в камеру сгорания маршевого ЖРД

(?) ЖРДМТ «толкает» к запуску маршевый ЖРД

(!) Перед запуском маршевого ЖРД в сеансе коррекции включаются на несколько секунд ЖРДМТ и создают ускорение в определенном направлении

(?) ЖРДМТ включаются и работают вместо маршевого ЖРД в разгонном блоке.

6) *В каких случаях осуществляется процесс обязательного подтверждения соответствия?*

(!) проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента

(?) проводится исключительно на соответствие требованиям технического регламента

(?) проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом

7) *Исключительное авторское право по сроку действия является:*

(?) действует на протяжении всей жизни субъекта авторского права

(!) бессрочным и действует на протяжении всей жизни автора и далее в течение 70 лет после его смерти, начиная с 1 января года, который следует за годом смерти

(?) бессрочным

(?) действует на протяжении всей жизни автора и далее в течение 50 лет после его смерти, начиная с 1 января года, который следует за годом смерти

8) *Какой вид ответственности предусмотрен за нарушение прав в сфере инженерной деятельности*

(?) административная

(?) гражданско-правовая, уголовная

- (!) гражданско-правовая, административная, уголовная
- (?) дисциплинарная, гражданско-правовая, административная, уголовная

9) *Кривошип* – это звено рычажного механизма, обладающее возможностью:

- (?) поворота вокруг оси вращения на угол менее 360°
- (!) поворота вокруг оси вращения на угол более 360°
- (?) возвратно-поступательного движения
- (?) поступательного движения

10) *Кривошипно-шатунный механизм* состоит из:

- (?) стойка, кривошип
- (?) стойка, кривошип, ползун
- (!) стойка, кривошип, ползун, шатун
- (?) стойка, кривошип, шатун

11) *Стойка* – это звено механизма, условно принятое при его анализе и синтезе за:

- (?) звено только с вращательным движением
- (?) звено только с поступательным движением
- (!) неподвижное звено
- (?) звено с поступательным и вращательным движением

12) *Что называется силой?*

- (?) действие одного тела на другое
- (?) действие двух тел друг на друга
- (!) Величина механического взаимодействия материальных тел
- (?) Вектор, приложенный к какой-либо точке твердого тела

13) *Чем характеризуется сила в механике?*

- (?) Направлением действия
- (?) Модулем и направлением
- (!) Модулем, направлением и точкой приложения
- (?) Ускорением, сообщаемым этой силой твёрдому телу

14) *Как изображается сила в механике?*

- (!) Направленным отрезком
- (?) Свободным вектором;
- (?) Скользящим вектором;
- (?) Закрепленным вектором.

15) *Первая строка дифференциального уравнения равновесия в декартовых координатах*

$$(!) \quad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X\rho = 0;$$

$$(?) \quad (\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + X = 0;$$

$$(?) \quad \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n = 0.$$

16) Первая строка дифференциального уравнения равновесия в цилиндрической системе координат

$$(!) \quad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{x\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial r} + \frac{\tau_{xz}}{r} + X_x = 0;$$

$$(?) \quad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X\rho = 0;$$

$$(?) \quad (\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + X = 0.$$

17) Первая строка дифференциального уравнения равновесия элементарного тетраэдра

$$(!) \quad X_v = \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n; \quad (+)$$

$$(?) \quad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X\rho = 0;$$

$$(?) \quad \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{x\theta}}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial r} + \frac{\tau_{xz}}{r} + X_x = 0.$$

18) Первая строка условия на поверхности тела

$$(!) \quad X_v = \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n; \quad (+)$$

$$(?) \quad X_v = (\lambda + \mu) \frac{\partial \theta}{\partial x} + \mu \nabla^2 u + X;$$

$$(?) \quad X_v = \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X\rho.$$

4. РАЗДЕЛ «ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ»

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

Основная литература:

1. Аверьянов, А.П.

Введение в ракетно-космическую технику : учебное пособие / А. П. Аверьянов, Л. Г. Азаренко, Г. Г. Вокин [и др.] ; под общ. ред. Г. Г. Вокина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – Том 1. Общие сведения. Космодромы. Наземные Средства контроля и управления ракетами и космическими аппаратами. Ракеты. – 381 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493753>;

2. Волков, Е. Б.

Ракетные двигатели / Е. Б. Волков. – Москва : Военное издательство Министерства обороны СССР, 1961. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222508>;

3. Каштанов, В. А.

Теория надежности сложных систем : учебное пособие / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. – Москва : Физматлит, 2010. – 607 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68415>;

4. Федорова, М. А.

Краткий курс по прикладной механике : учебное пособие : / М. А. Федорова, Е. П. Степанова, С. П. Андросов ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2018. – 152 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682101>;

5. Атапин, В. Г.

Основы теории надежности : учебное пособие : [16+] / В. Г. Атапин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 94 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574624>.

Дополнительная литература:

1. Гречух, Л. И.

Курсовое проектирование ракетных двигателей: учебное пособие: / Л. И. Гречух, И. Н. Гречух; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 170 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682267>;

2. Гречух, Л. И.

Жидкостные ракетные двигатели: учебное пособие: / Л. И. Гречух, И. Н. Гречух ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 140 с. : табл., граф., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493319>.

Справочно-правовые системы (в т.ч. интернет-ресурсы):

1. СПС «Консультант Плюс».
2. Система ГАРАНТ.
3. Официальный интернет-портал правовой информации -<http://www.pravo.gov.ru>

4.2. Материально-технические условия реализации программы

В учебном процессе используются инновационные образовательные технологии и средства обучения, активные и интерактивные формы проведения занятий, презентации. На практических занятиях формируются умения, приобретение практического опыта. В процессе самостоятельной работы используются открытые информационные источники: бумажные и электронные версии всех видов учебных материалов, справочная литература, публикации в СМИ и Интернет-ресурсы.

Таблица 9

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Компьютерный класс	Лекции	Специализированная мебель: 1.Письменные столы 2. Стулья 3. Стол преподавателя 4. Кафедра Технические средства обучения: 1. АРМ преподавателя 2. Интерактивная доска прямой проекции Smart Board SB680 3. Мультимедиа – проектор MITSUBISHI XD 221U-ST Лицензионное программное обеспечение: 1. MS Windows 7, 2.MS Office 2013, 3.Dr.Web

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Компьютерный класс	Интерактивные занятия	Специализированная мебель: 1. Письменные столы 2. Стулья 3. Стол преподавателя 4. Кафедра Технические средства обучения: 1. АРМ преподавателя 2. Интерактивная доска прямой проекции Smart Board SB680 3. Мультимедиа – проектор MITSUBISHI XD 221U-ST Лицензионное программное обеспечение: 1. MS Windows 7, 2. MS Office 2013, 3. Dr.Web

4.3. Кадровое обеспечение программы

Занятия проводят профессорско-преподавательский состав Университета и специалисты в ракетно-космической отрасли. Группы обучающихся курируют специалисты по учебно-методической работе института дополнительного образования.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Директор института дополнительного образования

Квач С.С.



Лист регистрации изменений

[illegible]