

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»**

Утверждаю

Ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана



А.А. Александров
А.А. Александров

«18» *марта* 2013 г.



**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА
по специальности**

160401 «Проектирование, производство и эксплуатация
ракет и ракетно-космических комплексов»
Квалификация (степень)

Специалист

Принят Ученым советом

МГТУ им. Н.Э. Баумана

«18» марта 2013 г.

Москва, 2013 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Специальность 160401«Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2011г. № 521.

Образовательный стандарт разработан в порядке, установленном Московским государственным техническим университетом имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по специальности 160401«Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» на основе Указа Президента Российской Федерации от 01.07.2009 г. № 732 и законодательного права самостоятельно устанавливать образовательные стандарты и требования, полученного МГТУ им. Н.Э. Баумана в результате установления в отношении него категории «Национальный исследовательский университет техники и технологий».

Образовательный стандарт МГТУ им. Н.Э. Баумана имеет общность структуры требований с ФГОС ВПО и позволяет выполнять их функции в части обеспечения единства образовательного пространства Российской Федерации и качества образования; объективности контроля деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана по реализации образовательных программ ВПО.

Образовательный стандарт разработан с участием Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию, Управления образовательных стандартов и программ, Научно-методического совета МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультета «Специальное машиностроение» кафедр СМ1, СМ2, СМ8, СМ12, СМ13, факультета «Энергомашиностроение», кафедры Э4, а так же Государственной корпорации «Ростехнологии» и ОАО РСК «Энергия».

В стандарте учтены положения Национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанной в соответствии с Соглашением о

взаимодействию между Министерством образования и науки Российской Федерации и Российским союзом промышленников и предпринимателей и с учетом опыта построения Европейской рамки квалификаций, национальных рамок стран-участниц Болонского и Копенгагенского процессов.

Образовательный стандарт соответствует требованиям Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" в редакции, действующей на момент утверждения вузом образовательного стандарта.

Порядок разработки, утверждения и внесения изменений в образовательный стандарт определяется «Порядком разработки образовательных стандартов МГТУ им. Н.Э. Баумана» (приказ ректора от 27.12.2010 г. № 31-03/1664).

«... для обучения в оном до трехсот питомцев Воспитательного дома с тем, чтобы сделать их полезными членами общества, не токмо приуготовлением из них хороших практических ремесленников разного рода, но и образованием в искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ, сведениями, знающих новейшие улучшения по сим частям и способных к распространению оных»

*Из положения о ремесленном учебном заведении
Московского воспитательного дома*

МИССИЯ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Осознавая свою историческую роль в создании и развитии русской инженерной школы, воздавая дань таланту и мастерству преподавателей и упорству студентов, МГТУ им. Н.Э. Баумана видит свою миссию в формировании инженерной элиты, готовой, опираясь на волю, труд, целеустремленность и товарищество, профессиональную культуру, творчество и ответственность, служить Отечеству, приумножая его величие и процветание, способствуя могуществу и безопасности страны.

Со времени образования в 1830 году Московского ремесленного учебного заведения в ИМТУ-МММИ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана подготовлено около 200 тысяч инженеров, в значительной степени определивших уровень российской науки и техники, создание и развитие наукоемких отраслей промышленности – машиностроительной, приборостроительной, авиационной, ракетно-космической, атомной, оборонной, информационных технологий, оказавших решающее влияние на научно-техническую политику страны и обеспечение её оборонного потенциала.

Университет награжден орденами Трудового Красного Знамени (1933), Ленина (1955) и Октябрьской Революции (1980).

На базе Училища образовано свыше 30 вузов и научно-исследовательских институтов.

МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1989 г. первым в стране получил статус технического Университета. В 1995 г. Указом Президента РФ МГТУ им. Н.Э. Баумана включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов России. В 2006 г. стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов в рамках приоритетного национального проекта «Образование». В 2009 г. установлена категория «Национальный исследовательский университет».

Основой подготовки в МГТУ им. Н.Э. Баумана выступает гармоничное сочетание фундаментального естественнонаучного, технического и социогуманитарного образования с высоким уровнем практико-ориентированного обучения, предусматривающего непосредственное участие студентов в научных исследованиях и опытно-конструкторских разработках Университета.

Для обеспечения мирового уровня подготовки выпускников в Университете исторически сложилась система формирования и возобновления уникального профессорско-преподавательского коллектива из людей, обладающих не только профессиональным мастерством, но и выдающимися личностными качествами, людей, умеющих увлечь наукой и техникой студентов.

Основополагающими направлениями деятельности Университета являются:

- развитие сложившихся в рамках классической русской инженерной традиции научных школ и становление новых, прорывных направлений образовательной и научно-производственной деятельности, отвечающих потребностям и приоритетам инновационного развития страны;

- применение новейших образовательных технологий, оснащение научных лабораторий и учебных классов современным оборудованием, оптимизация форм и методов организации учебного процесса, создание научно-образовательных комплексов в Университете и на базовых профильных предприятиях;

- системная организация непрерывной многоуровневой подготовки: профильная школа (лицей) – вуз – аспирантура – докторантура – повышение квалификации и профессиональная переподготовка. Развитие системы элитной целевой подготовки специалистов для предприятий и организаций;
- вовлечение студентов в научные исследования, ведущиеся на кафедрах университета, развитие системы научно-исследовательских молодежных программ "Шаг в будущее" и "Космонавтика", различных олимпиад;
- интеграция университета в мировое образовательное пространство и международное признание образовательных программ;
- оптимальный подбор и расстановка кадров, разграничение функций, полномочий и ответственности всех управляющих структур университета на основе применения социально-управленческих технологий, совершенствование нормативно-правового обеспечения управления и электронного документооборота;
- выполнение функций базового вуза Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Ассоциации технических университетов;
- сохранение и развитие корпоративной культуры университета, формирующей особую солидарную среду – дух «бауманского» братства, раскрывающей лучшие человеческие качества, ориентированные на гражданственность и общественные ценности.

Университет уверенно смотрит в будущее, подтверждая позиции лидера отечественного инженерного образования, пользуясь неизменно высоким авторитетом в мире, постоянно улучшая качество образования и научной деятельности, отвечая на запросы работодателей, общества и личности.

Наши выпускники – высококвалифицированные специалисты, обладающие высокими профессиональными качествами, способные решать сложные научно-технические и масштабные управленческие задачи, верные России и своему Университету – «Бауманцы».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	2
МИССИЯ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА	4
ОГЛАВЛЕНИЕ	7
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА.....	8
2. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ	9
3. ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕЦИАЛЬНОСТИ.....	13
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ	14
5. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ..	20
6. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ..	43
7. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА	183
8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА.....	205
9. СОСТАВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ АКАДЕМИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РАБОТОДАТЕЛЕЙ, ПРИНИМАВШИХ УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЕРТИЗЕ СТАНДАРТА СПЕЦИАЛИСТА.....	208

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА

1.1. Настоящий образовательный стандарт высшего профессионального образования Университета (ОСУ) представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ подготовки специалистов по специальности 160401 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана».

1.2. Право на реализацию основных образовательных программ, отвечающих указанной выше специальности в соответствии с данным ОСУ, МГТУ им. Н.Э. Баумана имеет только при наличии соответствующей лицензии, выданной уполномоченным федеральным органом исполнительной власти (в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28.07.2011 г. № 626).

1.3. Основными пользователями ОСУ являются:

1.3.1. Профессорско-преподавательский коллектив университета, ответственный за качественную разработку, эффективную реализацию и обновление ООП с учетом достижений науки, техники и социальной сферы по данной специальности;

1.3.2. Студенты университета, ответственные за эффективную реализацию своей учебной деятельности по освоению ООП вуза по данной специальности;

1.3.3. Ректор и проректоры университета, деканы факультетов и заведующие кафедрами, отвечающие в пределах своей компетенции за качество подготовки выпускников;

1.3.4. Должностные лица и руководители подразделений университета, осуществляющие управление качеством образовательного процесса в университете;

1.3.5. Государственные аттестационные и экзаменационные комиссии, осуществляющие оценку качества подготовки в период итоговой государственной аттестации выпускников университета;

1.3.6. Объединения специалистов и работодателей, организации-работодатели в соответствующей сфере профессиональной деятельности;

1.3.7. Органы, обеспечивающие финансирование ВПО;

1.3.8. Уполномоченные государственные органы исполнительной власти, осуществляющие аккредитацию и контроль качества в системе ВПО;

1.3.9. Уполномоченные государственные органы исполнительной власти, обеспечивающие контроль за соблюдением законодательства в системе ВПО;

1.3.10. Абитуриенты, принимающие решение о выборе специальности.

2. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем стандарте используются термины и определения в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации", а также с международными документами в сфере высшего образования:

образование – единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов;

воспитание – деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающегося на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства;

обучение – целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенцией, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, приобретению опыта применения знаний в повседневной жизни и формированию у обучающихся мотивации получения образования в течение всей жизни;

вид профессиональной деятельности – методы, способы, приемы, характер воздействия на объект профессиональной деятельности с целью его изменения, преобразования;

трудоемкость обучения – количественная характеристика учебной нагрузки обучающегося, основанная на расчете времени и (или) сложности достижения учебного результата, затрачиваемого им на выполнение всех видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы, включая организованную самостоятельную работу;

зачетная единица – унифицированная единица измерения трудоемкости освоения студентом основной образовательной программы; учитывает все виды деятельности обучающегося, предусмотренные учебным планом: аудиторную и самостоятельную работу, стажировки, практики, текущую и промежуточную аттестацию и т.п.;

компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области;

модуль – совокупность частей учебной дисциплины (курса) или учебных дисциплин (курсов), имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания, обучения;

специальность – комплекс приобретаемых путем специальной теоретической и практической подготовки знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для определенной деятельности в рамках соответствующей области профессиональной деятельности;

объект профессиональной деятельности – системы, предметы, явления, процессы, на которые направлено воздействие в процессе трудовой деятельности;

область профессиональной деятельности – совокупность видов и объектов профессиональной деятельности, имеющая общую основу и предполагающая схожий набор трудовых функций и соответствующих компетенций для их выполнения;

основная образовательная программа подготовки специалиста – совокупность учебно-методической документации, включающей в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующих образовательных технологий;

учебный план – документ, определяющий перечень, последовательность и распределение по периодам обучения учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей), практик, стажировок, предусмотренных образовательной программой, трудоемкость их освоения, а также виды учебной и самостоятельной деятельности, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся;

степень – характеристика уровня высшего образования в определенной области профессиональной деятельности;

квалификация – уровень знаний, умений, навыков и компетенции, характеризующий подготовленность к выполнению определенного вида профессиональной деятельности;

специализация – направленность основной образовательной программы подготовки специалиста на конкретный вид и (или) объект профессиональной деятельности;

результаты обучения – измеряемые достижения студентов (выпускников):
усвоенные знания, умения, навыки и сформированные компетенции;

аттестация обучающихся (выпускников) – процедура оценки степени и уровня освоения обучающимися отдельной части или всего объема учебного курса, предмета, дисциплины, модуля, образовательной программы;

учебный цикл – совокупность дисциплин (модулей) ООП, обеспечивающих усвоение знаний, умений и формирование компетенций в соответствующей сфере научной и (или) профессиональной деятельности;

практика (учебная, производственная и преддипломная) – вид (форма) учебной деятельности, направленной на формирование, закрепление и развитие практических навыков и компетенций в процессе выполнения определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;

образовательный стандарт МГТУ им. Н.Э. Баумана по специальности – нормативный документ, определяющий требования к высшему профессиональному образованию по специальности, самостоятельно устанавливаемые университетом и обязательные для исполнения всеми подразделениями университета, участвующими в разработке и реализации основных образовательных программ по данной специальности;

качество образования – комплексная характеристика образования, выражающая степень его соответствия образовательным стандартам, самостоятельно устанавливаемым университетом, и потребностям заказчика образовательных услуг, в том числе степень достижения планируемых результатов образовательной программы;

В настоящем стандарте используются следующие сокращения:

ВПО – высшее профессиональное образование;

ООП – основная образовательная программа;

ОК – общекультурные компетенции;

ОСУ – образовательный стандарт высшего профессионального образования Университета;

- ОП** – общепрофессиональные компетенции;
ПК – профессиональные компетенции;
ПСК – профессионально-специализированные компетенции;
УЦ ООП – учебный цикл основной образовательной программы;
ФГОС ВПО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕЦИАЛЬНОСТИ

3.1. В Российской Федерации, в данной специальности реализуются ООП ВПО, освоение которых позволяет лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, получить квалификацию (степень) «специалист».

3.2. Нормативный срок, общая трудоемкость освоения основных образовательных программ (в зачетных единицах) для очной формы обучения и соответствующая квалификация (степень) приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сроки, трудоемкость освоения ООП и квалификация (степень) выпускников

Наименование ООП	Квалификация (степень)		Нормативный срок освоения ООП, включая последипломный отпуск	Трудоемкость (в зачетных единицах)*)
	Код в соответствии с принятой классификацией ООП	Наименование		
ООП подготовки специалистов	65	специалист	5 лет 10 месяцев	360**)

*) одна зачетная единица соответствует в среднем 36 академическим часам;

***) трудоемкость основной образовательной программы по очной форме обучения за учебный год равна 60 зачетным единицам.

3.3. Специализации по данной специальности определяются выпускающими кафедрами, ответственными за разработку ООП и качество подготовки выпускников по данной специальности, и утверждаются приказом ректора (от 10.10.2012 г. № 02.01-03/1583).

3.4. Срок освоения основной образовательной программы профильных специальностей по дневной форме 5 лет 10 месяцев в соответствии с

результатами аккредитации (лицензия от 21 октября 2009 г. № 2373) установлен МГТУ им. Н.Э.Баумана на основании Постановления ЦК КПСС и СМ СССР от 17 апреля 1987г. № 452 «О новых принципах подготовки специалистов в МВТУ им. Н.Э.Баумана и развитии его научно-технической базы» и приказа Министерства высшего и среднего специального образования СССР от 11 мая 1987 г. № 330.

3.5. По окончании обучения выпускнику, успешно прошедшему итоговую государственную аттестацию, наряду с квалификацией (степенью) «специалист» присваивается специальное звание «инженер».

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ

4.1. Область профессиональной деятельности специалистов включает совокупность объектов профессиональной деятельности в их научном, социальном, экономическом, производственном проявлении, направленном на создание конкурентоспособной ракетной и космической техники, основанной на применении современных методов и средств проектирования, расчета, математического, физического и компьютерного моделирования функционирования объектов профессиональной деятельности.

4.2. Объектами профессиональной деятельности специалистов являются:

- баллистические, крылатые ракеты и их комплексы;
- ракеты-носители,
- многоразовые транспортные космические системы;
- пилотируемые и беспилотные космические аппараты, микро и нано спутники, разгонные блоки, орбитальные станции, воздушно-космические самолеты, спускаемые аппараты;
- системы обеспечения жизни и деятельности экипажей при работе как внутри космических летательных аппаратов и орбитальных станций, так и при работе в открытом космосе, системы аварийной защиты и спасения.
- оборудование и системы стартовых и технических комплексов ракет, ракет-носителей, космических аппаратов и разгонных блоков;

- технологическая оснастка и средства механизации и автоматизации технологических процессов для изготовления объектов ракетной и ракетно-космической техники;

- производственные технологические процессы, их разработка и освоение новых технологий для объектов ракетно-космической отрасли;

- средства информационного, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения технологических систем для достижения качества выпускаемых ракетно-космических изделий;

- нормативно-техническая документация, системы стандартизации и сертификации, методы и средства испытаний и контроля качества изделий ракетно-космической техники

4.3. Виды профессиональной деятельности:

- проектно- конструкторская;
- научно-исследовательская;
- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- экспериментальная;
- технико-эксплуатационная;
- маркетинговая

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится специалист, определяются профилирующей кафедрой совместно с объединениями работодателей, организациями-работодателями, заинтересованными в выпускниках МГТУ по данной специальности. Они должны определять содержание его образовательной программы.

4.4. Задачи профессиональной деятельности специалистов.

Специалист по специальности 160401«Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности:

В области *проектно-конструкторской деятельности* (опытно-конструкторская разработка «ОКР»):

На этапе эскизного проектирования:

- сравнительный анализ вариантов возможных принципиальных решений по структуре, функционированию, конструкции, алгоритмическому и программному обеспечению, ремонтпригодности, стоимости изделия (конструкции);

- обоснование проектных решений, обеспечивающих пригодность к модернизации создаваемого изделия;

- определение надежности вариантов изделия по результатам расчетно-теоретических и экспериментальных работ, макетирование для проверки принципов работы изделия, моделирование с точностью, позволяющей прогнозировать надежность выбранных конструктивных, схемных, программных, технологических, и других технических решений (расчеты показателей безотказности, долговечности);

- подготовка перечня работ, которые следует провести на последующих этапах ОКР в дополнение или уточнение работ, предусмотренных в техническом задании на ОКР

- обоснование предложений по обеспечению патентной чистоты разрабатываемого варианта (приобретение лицензий, изменение технических решений);

- обоснование предложений по уточнению основных технических характеристик технико-экономических и эксплуатационных показателей, заданных в техническом задании;

На этапе технического проектирования:

- разработка проектной конструкторской документации технического проекта по изделию в целом, отвечающей решениям по выбранному варианту из числа рассмотренных в эскизном проекте;

- разработка проектной программной документации технического проекта

по изделию в целом, отвечающей решениям по выбранному варианту из числа рассмотренных в эскизном проекте;

- выбор общесистемных средств программного обеспечения;

На этапе выпуска рабочей документации образца ракетно-космической техники, его изготовления и предварительных испытаний:

- разработка рабочей конструкторской документации;
- разработка рабочей программной документации;
- выпуск эксплуатационной документации по опытному образцу изделия;
- разработка программы и методики предварительных испытаний опытного

образца изделия;

- корректировка рабочей конструкторской программной документации по результатам изготовления и предварительных испытаний;

- разработка технической документации по эксплуатации изделия ракетно-космической техники.

В области *научно-исследовательской деятельности* (НИР):

- теоретические и (или) экспериментальные исследования, проводимые в целях изыскания принципов и путей создания новых конструкций, материалов и других объектов профессиональной деятельности (далее изделий ракетно-космической техники), обоснование их технических характеристик, определение условий применения, эксплуатации и ремонта;

- анализ состояния исследуемого вопроса, определение направления (методов) исследований;

- разработка экспериментальных образцов, изготовленных при выполнении научно-исследовательских работ для проверки и обоснования основных технических решений, параметров и характеристик изделия, материалов и конструкций (в том числе в реальных условиях эксплуатации), подлежащих включению в техническое задание на выполнение опытно-конструкторских работ и натурных испытаний;

- разработка рекомендаций по использованию результатов научно-исследовательских работ.

В области *производственно-технологической*:

- обеспечение технологичности конструкций, разрабатываемых на этапе ОКР и на этапе выпуска рабочей документации;

- теоретические и экспериментальные исследования в области получения новых конструкционных материалов, в том числе композиционных и технологий, обеспечивающих высокое качество и надежности изготавливаемых изделий, несущих и вспомогательных конструкций;

- разработка технологических процессов и технологической оснастки, обеспечивающих контроль за качеством изготовления изделий, новых материалов и конструкций.

В области *организационно-управленческой*:

- организация работы подразделения (группа, бригада) по разработке и выпуску технической документации на спроектированное изделие или сооружение, обеспечение технического контроля за качеством выпускаемой документации;

- нахождение компромисса между различными требованиями (стоимость, безопасность, сроки исполнения и разногласия со смежниками) как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании и определение оптимального решения;

- оценка производственных и непроизводственных затрат на разработку и обеспечение качества изделия, материала и конструкции.

В области *экспериментальной*:

- планирование и руководство проведением лабораторных, стендовых и натурных испытаний на этапе отработки изделий ракетной и ракетно-космической техники, а также объектов наземной инфраструктуры.

- выбор и проектирование аппаратуры, необходимой для проведения экспериментов и регистрации их результатов, разработка технической

документации на стендовые установки, системы испытаний и долговременного контроля конструкций, необходимые для проведения экспериментов и обеспечения эксплуатационного мониторинга технического состояния;

- руководство обработкой результатов экспериментов, испытаний и контроля, обобщение результатов и подготовка рекомендаций по совершенствованию, разрабатываемого изделия;

В области *эксплуатационной деятельности*:

- участие в приеме в эксплуатацию объектов ракетно-космического комплекса, работах по поддержанию наземного технологического оборудования и систем жизнеобеспечения в готовности к применению по назначению, а также при снятии ракетно-космического комплекса с эксплуатации;

- разработка эксплуатационной документации для ракетно-космических систем, стартового и технического наземного оборудования, систем жизнеобеспечения, а также на проведение сборочных, монтажно-стыковочных и контрольно-проверочных операций по подготовке изделий на технических комплексах;

- подготовка и проверка изделий на технических комплексах, проведение регламентных работ на стартовом и техническом комплексах в соответствии с проектной и эксплуатационной документацией;

- разработка эксплуатационной документации на проведение транспортировки и установку изделий на стартовый комплекс и их предстартовую подготовку;

- предстартовая подготовка изделий на стартовом комплексе и их запуске;

- разработка инструкции и участие в поиске и спасении экипажа спасаемого аппарата после его приземления;

- выполнение требований нормативных документов в области производства и эксплуатации изделий ракетно-космического комплекса.

В области *маркетинговой деятельности*:

- анализ рыночной ситуации и оценке возможного спроса на рыночную продукцию;
- разработка предложений и рекомендаций по формированию товарной политики и развитию сети сбыта.

При разработке основных образовательных программ характеристика профессиональной деятельности специалиста (объекты, виды и задачи профессиональной деятельности) должна уточняться в соответствии с разрабатываемыми в отраслях профессиональными стандартами.

5. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

Для описания результатов образования на языке компетенций в них выделены две группы:

- общекультурные,
- профессиональные.

В состав **общекультурных** входят компетенции, овладение которыми необходимо выпускнику для дальнейшего обучения, активной, творческой деятельности в различных областях современной жизни, собственного развития, жизненной самореализации. Это – познавательные, творческие, корпоративные, социально-личностные компетенции.

Профессиональные компетенции определяют общепрофессиональные (инвариантные для родственных направлений профессиональной подготовки) компетенции, а также компетенции в проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой, экспериментальной, эксплуатационной и маркетинговой деятельности.

Развитием профессиональных компетенций являются **профессионально-специализированные** компетенции, отражающие достижения научно-технических школ Университета по данному направлению и специфику содержания подготовки для работодателей – основных потребителей кадров

Университета.

5.1. Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями:**

Познавательными компетенциями (П):

- способностью воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных, в том числе междисциплинарных задач (П-1);

- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании имеющихся данных (П-2);

- способностью анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к дальнейшему самообразованию и профессиональной мобильности (П-3);

- владением по крайней мере одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, способностью применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка (П-4);

- методами и средствами получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях (П-5);

- способностью анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями (П-6).

Творческими компетенциями (Т):

- способностью осуществлять анализ сложных проблемных, противоречивых ситуаций, получать новые знания и вырабатывать новые процедуры на основе как логических, так и интуитивных методов (Т-1);

- способностью принимать верные решения в проблемных ситуациях и условиях неопределенности, предвидеть возможные изменения в функционирования систем (Т-2);

- способностью использовать механизмы и закономерности мыслительной деятельности при решении широкого круга научно-исследовательских, проектно-конструкторских и экономических задач, требующих применения творческого потенциала в условиях нестандартной ситуации (Т-3);

- способностью целевого видоизменения и совершенствования, как логических, так и интуитивных структурных составляющих мыслительной деятельности для планомерного развития творческого потенциала (Т-4).

Социально-личностными компетенциями (СЛ):

- способностью строить в коллективе конструктивные отношения, эффективно работать в качестве и руководителя творческой группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач (СЛ-1);

- способностью соблюдать общепринятые в социальном межкультурном взаимодействии нормы морали и права, уважать историческое наследие и культурные традиции, толерантно воспринимать социальные и культурные различия (СЛ-2);

- готовностью участвовать в принятии групповых решений, разрешении конфликтов, участвовать в поддержании и улучшении демократических институтов (СЛ-3);

- владением культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (СЛ-4);

- способностью формировать и отстаивать свою гражданскую позицию на основе патриотизма, осознания социальной значимости своей будущей профессии, устойчивой мотивации к профессиональной деятельности,

ощущения принадлежности к выдающимся научно-педагогическим школам Университета и приверженности к корпоративным ценностям ИМТУ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана (СЛ-5);

- готовностью к самостоятельной работе, владением методами достижения высокой работоспособности и обеспечения эффективности своих действий, владеть приемами защиты от эмоциональной перегрузки (СЛ-6);

- владением средствами укрепления здоровья, коррекции физического развития посредством физкультуры и спорта, поддержания физического уровня, необходимого для процесса обучения в Университете и для полноценной социальной и профессиональной деятельности после его окончания (СЛ-7).

5.2. Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК):**

общепрофессиональными

- пониманием цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и производстве, сущность профессии инженера как обязанность служить обществу и профессии, следуя кодексу профессионального поведения (ОП-1);

- владением методологией инженерного творчества, пониманием особенности инженерно-технического подхода к решению профессиональных проблем (ОП-2);

- способностью использовать фундаментальные и специальные знания, аналитические и численные методы, виртуальные модели для выполнения инновационных инженерных проектов с целью достижения новых результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОП-4);

- способность следовать постоянно развивающимся техническим изменениям и вести творческий поиск в рамках профессии, к изобретательской и рационализаторской деятельности, поддерживать необходимый уровень компетенции с помощью непрерывного профессионального развития (ОП-5);

- готовность применять основные методы организации безопасности жизнедеятельности производственного персонала и населения, их защиты от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОП-6).

по видам деятельности:

проектно-конструкторская деятельность (ПР):

- способность анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и ее отдельных направлений (ПР-1);

- способность анализировать варианты возможных принципиальных решений по структуре, функционированию, конструкции, алгоритмическому и программному обеспечению, стоимости изделия (конструкции) (ПР-2);

- способность обосновывать принимаемые проектные решения, обеспечивающие пригодность к модернизации и ремонтоспособности создаваемого изделия (ПР-3);

- способность работать в информационно-коммуникационном пространстве, проводить твердотельное компьютерное моделирование, прочностные, динамические и тепловые расчеты с использованием программных средств общего назначения, таких как SolidWorks с интегрированными в него программами COSMOSWorks, COSMOSMotion, COSMOS FloWorks, “Nastran”. “Patran”. “Adams”, “Easy 5”., “Flighloads”. “Dytran”, “Marcmentat” и др., являющихся стандартными в ракетно-космической промышленности (ПР-4);

- способность разрабатывать и осуществлять информационную поддержку на основе комплексного использования CAD/CAM/CAE PLM CALS технологий жизненного цикла изделия на базе системного подхода последовательность решения поставленной задачи, определять внешний облик изделий, состав и объемно-массовые характеристики приборов, систем, механизмов и агрегатов, входящих в ракетный или ракетно-космический комплекс, а также состав,

структуру, объемно-компоновочные схемы объектов наземного ракетно-космического комплекса (ПР-5);

- способность проводить комплексное техническое проектирование изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствие с единой системой конструкторской документации (ЕСКД) и на базе современных программных комплексов (ПР-6);

- способность разрабатывать и корректировать рабочую конструкторскую и программную документацию по результатам изготовления и предварительных испытаний изделий ракетной и ракетно-космической техники (ПР-7),

- 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 (ПР-8).

научно-исследовательская деятельность (НИ):

- способность проводить инновационные научно-технические исследования, включая критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, выявлять актуальные научные проблемы, находить их системное решение и использовать полученные результаты (НИ-1);

- способность руководить и принимать участие в научно-исследовательских работах, анализировать состояние исследуемого вопроса, определять и планировать направление и метод исследования, решать комплексные научно-технические задачи, включая постановку эксперимента, анализ и интерпретацию данных, синтез информации, необходимой для достижения требуемого результата (НИ-2);

- способность проводить математическое моделирование разрабатываемого изделия и его подсистем с использованием методов системного подхода и современных программных продуктов для прогнозирования поведения,

оптимизации и изучения функционирования изделия в целом, а так же его подсистем с учетом используемых материалов, ожидаемых рисков и возможных отказов (НИ-3);

- способность самостоятельно разрабатывать, с помощью алгоритмических языков, программы для исследования процессов, описанных математическими моделями (НИ-4);

- способность проводить междисциплинарные научные исследования в том числе на стыке естественнонаучных, технических и гуманитарных дисциплин, владеть основами инженерно-психологических и эргономических знаний (НИ-5);

- способность разрабатывать экспериментальные образцы, необходимые при выполнении научно-исследовательских работ с целью проверки и обоснования основных технических решений, параметров и характеристик изделия, материалов и конструкций (НИ-6);

- способность обрабатывать и анализировать результаты научно-исследовательской работы, находить элементы новизны в разработке, представлять материалы для оформления патентов на полезные модели, готовить к публикации научные статьи и оформлять технические отчеты (НИ-7);

- способность разрабатывать рекомендации по использованию результатов научно-исследовательских работ (НИ-8).

производственно-технологическая деятельность (ПТ):

- способность создавать и использовать на основе глубоких и принципиальных знаний новые технологические процессы, необходимое оборудование и инструменты и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в условиях жестких экономических, экологических, социальных и других ограничений (ПТ-1);

- способность разрабатывать технологическую оснастку и средства механизации и автоматизации технологических процессов для изготовления объектов ракетной и ракетно-космической техники (ПТ-2);

- готовность применять средства информационного, метрологического, диагностического и управленческого обеспечения технологических систем для достижения качества выпускаемых ракетно-космических изделий (ПТ-3);

- способность создавать нормативно-техническую документацию, системы стандартизации и сертификации, методы и средства испытаний и контроля качества изделий ракетно-космической техники (ПТ-4);

- способность разрабатывать и внедрять в производство с использованием нанотехнологий новые конструкционные материалы (в том числе композиционные) и технологические процессы, а так же технологии по созданию микроэлектромеханических систем (ПТ-5);

организационно-управленческая деятельность (ОУ):

- способность нести личную ответственность за работу возглавляемого коллектива, приверженность и готовность следовать гражданской и профессиональной этике (ОУ-1);

- способность организовывать работу, выявлять факторы, влияющие на работоспособность производственного коллектива (бригады, группы, участка) и разрабатывать планы работ по проектированию, производству и эксплуатации изделия ракетно-космической техники (ОУ-2);

- способность использовать результаты социометрических исследований и учитывать рекомендации по формированию атмосферы творчества, созданию и реализации интеллектуального потенциала личности, психофизиологических факторов в организации трудовой деятельности (ОУ-3);

- способность проводить организационную работу по снижению стоимости и повышению качества проектируемых и изготавливаемых изделий (ОУ-4);

- способность находить оптимальное соотношение между различными требованиями (стоимость, безопасность, надежность, экология, сроки исполнения) как при долгосрочном, так и при краткосрочном планировании (ОУ-5);

- способность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на разработку и обеспечение качества изделия (ОУ-6);

- способность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности руководимого коллектива (ОУ-7);

экспериментальная деятельность (ЭД):

- способность планировать проведение эксперимента, разрабатывать техническое задание и программу проведения экспериментальных работ (ЭД-1);

- способность осуществлять макетирование и физическое моделирование динамических и тепловых процессов, возникающих в ракетно-космических системах при их эксплуатации (ЭД-2);

- способность выбирать и проектировать аппаратуру, необходимую для проведения экспериментов и регистрации их результатов (ЭД-3);

- способность разрабатывать техническую документацию на стендовые установки, необходимые для проведения экспериментов (ЭД-4);

- способность с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а так же обрабатывать и анализировать полученные результаты (ЭД-5);

- способность сравнивать результаты экспериментов и теоретических расчетов, делать необходимые выводы и проводить верификацию математических моделей изделия для прогнозирования возможных нештатных ситуаций при его эксплуатации (ЭД-6).

эксплуатационная деятельность (ЭК):

- способность понимать устройство, работу и процессы, происходящие в изделиях ракетно-космической техники (ЭК-1);

- способность понимать устройство, порядок функционирования агрегатов и систем технологического оборудования ракетно-космических комплексов, технологические операции с их применением, сооружения для проведения работ и размещения оборудования на техническом и стартовом комплексах (ЭК-2);

- способность давать рекомендации и технические предложения по совершенствованию конструкций узлов, агрегатов и всего изделия в целом (ЭК-3);

- способность разрабатывать эксплуатационную документацию для ракетно-космических систем, стартового и технического наземного оборудования, систем жизнеобеспечения, а также на проведение сборочных, монтажно-стыковочных и контрольно-проверочных операций по подготовке изделий на технических комплексах (ЭК-4);

- способность участвовать в предстартовой подготовке изделий на стартовом комплексе и их запуске (ЭК-5);

- способность разрабатывать инструкции и участвовать в поиске и спасении экипажа спасаемого аппарата после его приземления (ЭК-6);

- способность выполнять нормативные требования и требования безопасности руководимого коллектива при эксплуатации изделий на объектах ракетно-космического комплекса (ЭК-7);

маркетинговая деятельность (МД):

- способность проводить комплексное изучение рынка, потребителей, товаров, конкурентов, составлять обзоры конъюнктуры товарного рынка (МД-1);

- способность проводить, на различных этапах проектирования, технико-экономическую оценку разрабатываемой ракетно-космической техники,

разрабатывать основные положения товарной политики предприятия, классифицировать методы и средства продажи продукции (МД-2);

- способность разрабатывать планы маркетинговой деятельности, выбирать виды и средства рекламы, планировать бюджет маркетинга (МД-3);

- способность проводить системный анализ уровня затрат и ожидаемых результатов для получения максимального экономического и социального эффектов от применения разрабатываемой ракетно-космической техники (МД-4).

5.3. Выпускник МГТУ им. Н.Э. Баумана по программе специалитета должен обладать следующими дополнительными профессионально-специализированными компетенциями (ПСК):

Способность и готовность:

Специализация № 1 «Аэрокосмические ракетные системы»

- используя системный подход проектировать и разрабатывать аэрокосмические ракетные системы (решение комплексных инженерных задач, разработка бортовых систем, компонентов или процессов, которые удовлетворяют специфическим требованиям с соответствующим учетом вопросов охраны здоровья и безопасности людей, культурных, социальных и экологических аспектов) (ПСК-1.1);

- с использованием программных комплексов и баз данных выбирать форму старта аэрокосмической ракетной системы, проводить объемно-массовый анализ аппарата, а также массовый анализ по участкам траектории полета, выбирать и рассчитывать различные варианты посадки, разрабатывать полетное задание и циклограмму работы бортовой аппаратуры (ПСК-1.2);

- выбирать и обосновывать тип двигательной установки, способ подачи топлива и форму топливных баков для каждого из участков траектории полета (ПСК-1.3);

- разрабатывать общую и аэродинамическую компоновочные схемы аэрокосмических систем, выбирать и обосновывать выбор параметров бортовых систем (ПСК-1.4);
- рассчитывать траектории движения аэрокосмических аппаратов, а так же их динамические характеристики и управляемость (ПСК-1.5)
- определять тепловые потоки и температуры конструкции для различных участков траектории полета, выбирать материалы теплозащиты и несущих конструкций, конструировать и проводить необходимые расчеты по проектированию теплозащиты и несущих конструкций (ПСК-1.6);
- обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков, конструкционных материалов (композиционных и полученных с применением нанотехнологий), проводить расчеты на прочность и жесткость аэрокосмических конструкций (ПСК-1.7);
- проводить техническое проектирование и создавать рабочую документацию для изготовления аэрокосмических конструкций (ПСК-1.8);
- разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков аэрокосмической техники (ПСК-1.9);
- разрабатывать программы проведения стендовых и лабораторных испытаний по определению прочностных, жесткостных, динамических, тепловых и других параметров аэрокосмических конструкций (ПСК-1.10);
- анализировать результаты динамических, прочностных, вакуумных, тепловых и других испытаний, как всего изделия, так и его отдельных блоков и конструкций (ПСК-1.11);
- разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла изделий и формулировать рекомендации по проведению технического обслуживания на всех этапах их эксплуатации (ПСК-1.12);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектных решений (ПСК- 1.13).

Специализация № 2 «Ракеты с РДТТ»

- выделять важнейшие принципы в оценке параметров и свойств создаваемых систем ракетных комплексов, используя современные методы анализа, базы и банки данных информационных средств (ПСК-2.1);

- проводить проектировочные расчёты баллистических ракет с РДТТ различного назначения, а также прочностные, тепловые, теплофизические и динамические расчёты твёрдотопливных двигателей, зарядов твёрдого топлива, вспомогательных двигателей и других систем с использованием стандартных программных продуктов, пакеты геометрического моделирования САПР, прочностного, теплового и кинематического анализа NASTRAN, обработки результатов испытаний IDEAS (ПСК-2.2);

- обосновывать выбор конструктивно-силовых схем отсеков, проводить расчеты на прочность и жесткость ракетных конструкций (ПСК-2.3);

- проводить техническое проектирование и создавать рабочую документацию для конструкций твёрдотопливных ракет (ПСК-2.4);

- разрабатывать и внедрять прогрессивные технологические процессы изготовления и испытания корпусов и зарядов РДТТ, отсеков ракет из конструкционных, в том числе новых композиционных материалов, разрабатывать технологии по утилизации ракет, исчерпавших гарантийные сроки эксплуатации (ПСК-2.5);

- учитывать особенности конструкции твёрдотопливных ракет, зарядов твёрдого топлива при хранении, транспортировке, запуске и других случаях эксплуатации ракет с РДТТ (ПСК-2.6);

- разрабатывать программы проведения стендовых и лабораторных испытаний по определению прочностных, жесткостных, динамических,

тепловых и других параметров конструкций и двигательных установок твёрдотопливных ракет (ПСК-2.7);

- разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла и давать рекомендации по проведению технического обслуживания ракет с РДТТ на всех этапах их эксплуатации (ПСК-2.8);

- проводить технико-экономический анализ проектных решений, принимаемых при разработке твёрдотопливных ракет (ПСК-2.9).

Специализация № 3 «Крылатые ракеты»

- используя системный подход выбирать форму траектории полета крылатой ракеты, проводить объемно-массовый анализ, выбирать и обосновывать систему наведения (ПСК-3.1);

- выбирать и обосновывать тип двигательной установки, исходя из условий старта и формы траектории полета крылатой ракеты (ПСК-3.2);

- разрабатывать аэродинамическую и функциональную компоновку, а также конструктивно-силовую схему крылатой ракеты, конструкцию её узлов и агрегатов (ПСК-3.3);

- определять динамические нагрузки, действующие на конструкцию КР при различных видах старта, проводить расчет совместной задачи аэрогидроупругости с использованием сеточных и вихревых бессеточных методов расчета (ПСК-3.4);

- выбирать конструкционные материалы, проводить проектные и поверочные расчеты конструкций, узлов и агрегатов крылатой ракеты (ПСК-3.5);

- проводить техническое проектирование и создавать рабочую документацию для изготовления конструкций крылатых ракет (ПСК-3.6);

- разрабатывать техническую документацию на испытания и эксплуатацию крылатой ракеты, проводить и анализировать результаты экспериментальной

отработки, корректировать техническую документацию по результатам изготовления и эксплуатации (ПСК-3.7);

- разрабатывать технологические процессы изготовления и сборки отсеков корпуса крылатых ракет (ПСК- 3.8);

- разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла ракет и давать рекомендации по проведению технического обслуживания крылатых ракет на всех режимах их эксплуатации (ПСК-3.9);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектных решений крылатых ракет (ПСК-3.10).

Специализация № 4 «Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы»

- исходя из технического задания, применяя системный подход выбирать параметры орбиты космического аппарата, определять состав бортовых систем и проводить объемно-массовый анализ пилотируемого или автоматического космических аппаратов (ПСК-4.1);

- применяя системный подход разрабатывать автоматические КА различного назначения, используя компьютерные технологии, современные материалы, используя унифицированные узлы и конструкции (универсальные космические платформы), предусматривая способ утилизации спутника после окончания работы (ПСК-4.2);

- используя композиционные материалы и и современные нанотехнологии, разрабатывать конструкцию и интерьер кабины пилотируемого космического аппарата с учетом эргономических и медико-физиологических требований обеспечивающих комфортные условия для экипажа, (ПСК-4.3);

- проводить техническое проектирование и создавать рабочую документацию для изготовления конструкций автоматических, пилотируемых космических аппаратов и орбитальных станций (ПСК-4.4);

- исследовать теплообмен космических аппаратов, включая расчет тепловых потоков и теплообмен в космическом пространстве, при спуске в атмосфере планеты, а также во время пребывания на ней экипажа, моделирование и расчет систем обеспечения теплового режима и определение температурного состояния теплонагруженных элементов конструкции космических и спускаемых аппаратов (ПСК-4.5);

- разрабатывать программы проведения стендовых и лабораторных испытаний по определению прочностных, жесткостных, динамических, тепловых и других параметров конструкций космических аппаратов и орбитальных станций (ПСК-4.5);

- разрабатывать техническую документацию на эксплуатацию космических аппаратов, проводить и анализировать результаты летных и стендовых испытаний (ПСК-4.6);

- разрабатывать с применением нанотехнологий новые технологические процессы изготовления отсеков конструкции корпуса и бортовых систем пилотируемых и автоматических космических аппаратов и их систем (ПСК-4.7);

- разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла пилотируемых и автоматических космических аппаратов и их систем (ПСК-4.8);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектных решений (ПСК-4.9).

Специализация № 5 «Развёртываемые космические конструкции»

- выделять важнейшие принципы в оценке параметров и свойств создаваемых космических систем, используя современные методы анализа, базы и банки данных информационных средств (ПСК- 5.1);

- создавать математические модели функционирования крупногабаритных развёртываемых космических конструкций: большие энергетические

платформы, радиотелескопы, солнечные отражатели, космические антенны, системы типа «солнечный парус» и т.д. (ПСК-5.2);

- проектировать и проводить прочностные и динамические расчёты развёртывания космических конструкций, оценивать их работоспособность с использованием стандартных программных продуктов – пакеты геометрического моделирования, прочностного, теплового и кинематического анализа NASTRAN, обработки результатов испытаний IDEAS (ПСК-5.3);

- проводить техническое проектирование и создавать рабочую документацию для развёртываемых космических конструкций (ПСК-5.4);

- проводить экспериментальную отработку крупногабаритных космических конструкций с имитацией условий невесомости (ПСК-5.5);

- разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки и испытаний крупногабаритных космических систем (ПСК-5.6);

- разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности и безопасности на всех этапах жизненного цикла развёртываемых космических систем (ПСК-5.7);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке развёртываемых космических систем (ПСК-5.8).

Специализация №6 «Технологическое оборудование технических комплексов»

- готовить планы размещения рабочих зон, площадок и сооружений на техническом комплексе, разрабатывать план монтажно-испытательного корпуса (МИК) с определением размеров рабочих зон и технологии подготовки ракет и космических аппаратов в МИКе (ПСК-6.1);

- разрабатывать и участвовать в эксплуатации технологического оборудования для выполнения транспортировочных, подъемно-перегрузочных,

сборочных, стыковочно-монтажных и контрольно-проверочных операций с ракетными блоками, ракетами и КА на техническом комплексе (ПСК-6.2);

- планировать и проводить испытания на герметичность изделий ракетно-космической техники средствами технических комплексов (ПСК-6.3);

- выбирать аппаратуру, необходимую для проведения вакуумных испытаний на герметичность и регистрации их результатов, разрабатывать техническую документацию на стендовые установки для проведения вакуумных испытаний (ПСК-6.4);

- участвовать в эксплуатации вакуумного оборудования, в соответствии с эксплуатационной документацией проводить техническое обслуживание и регламентные работы с вакуумным оборудованием технических комплексов (ПСК-6.5);

- разрабатывать и участвовать в эксплуатации стендового оборудования технических комплексов, предназначенного для проведения взвешивания, статической и динамической балансировки космических аппаратов на техническом комплексе (ПСК-6.6);

- разрабатывать и участвовать в эксплуатации систем обезвешивания составных частей космических аппаратов, стендов испытаний солнечных батарей и комплексных испытаний космических аппаратов на техническом комплексе (ПСК-6.7);

Специализация № 7 «Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания ракет»

- разрабатывать генеральный план стартового комплекса, готовить планы размещения технологического оборудования на площадках и в сооружениях стартового комплекса, разрабатывать технологию работ предстартовой подготовки ракеты и КА на стартовом комплексе (ПСК-7.1);

- разрабатывать конструкции и участвовать в эксплуатации пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования, агрегатов для экстренной

посадки и эвакуации экипажа, обслуживания ракеты на стартовом комплексе, кабель-заправочных мачт, механизмов для подвода и отвода коммуникаций, стыкуемых с ракетой и космическим аппаратом при подготовки на стартовом комплексе (ПСК-7.2);

- разрабатывать газоотводящие системы пусковых устройств, конструкции и системы для снижения воздействия потоков газов ракетных двигателей на конструкции ракет и пусковых устройств в условиях ракетного старта (ПСК-7.3);

- разрабатывать и участвовать в эксплуатации систем и средств обеспечения безопасности на стартовом комплексе при подготовке и осуществлении пусков ракет (ПСК-7.4);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке конструкции и эксплуатации пусковых устройств (ПСК-7.5);

- разрабатывать конструкции и участвовать в эксплуатации пусковых установок шахтных и мобильных ракетных комплексов стратегического назначения (ПСК-7.6);

- проектировать и участвовать в эксплуатации транспортно-пусковых контейнеров и устройств обеспечения активного старта ракет шахтного и мобильного базирования (ПСК-7.7);

- разрабатывать средства защиты ракет в составе пусковых установок ракетных комплексов стратегического назначения от современных и перспективных средств поражения (ПСК-7.8);

Специализация № 8 «Заправочно-нейтрализационное оборудование, системы термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов»

- готовить планы размещения рабочих зон, площадок заправочно-нейтрализационной станции технического комплекса, разрабатывать

технологии подготовки и заправки сжатых газов и ракетных топлив, нейтрализации паров и проливов топлива (ПСК-8.1);

- разрабатывать конструкции и участвовать в эксплуатации оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и нейтрализации компонентов ракетного топлива (ПСК-8.2);

- разрабатывать конструкции и участвовать в эксплуатации систем обеспечения безопасности на площадках заправочно-нейтрализационной станции технического комплекса и заправочных систем стартового комплекса (ПСК-8.3);

- разрабатывать системы, конструкции и участвовать в эксплуатации оборудования для термостатирования отсеков ракет, головных блоков, ракетных топлив (ПСК-8.4);

- готовить планы размещения рабочих зон, площадок криогенных систем, предназначенных для хранения, заправки и подпитки топливных баков ракет криогенными компонентами топлива и криогенными жидкостями (ПСК-8.5);

- разрабатывать конструкции оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и подпитки топливных баков ракет криогенными компонентами ракетного топлива и криогенными жидкостями (ПСК-8.6);

- разрабатывать конструкции систем обеспечения безопасности на площадках криогенных заправочных систем стартового комплекса (ПСК-8.7);

- разрабатывать системы и конструкции оборудования для термостатирования криогенных компонентов ракетных топлив (ПСК-8.8).

Специализация № 9 «Эксплуатация стартовых и технических комплексов»

- осуществлять работу по эксплуатации и сервисному обслуживанию технических систем и систем жизнеобеспечения объектов ракетных комплексов (ПК-9.1);

- оценивать и прогнозировать техническое состояние агрегатов и систем стартовых и технических комплексов и систем жизнеобеспечения, выявлять

возможные неисправности, анализировать причины их появления и принимать решения по их устранению (ПСК-9.2);

- разрабатывать и участвовать в эксплуатации оборудования и приборов технического контроля и диагностики за состоянием конструкций агрегатов и систем стартовых и технических комплексов (ПСК-9.3);

- осуществлять математическое моделирование эксплуатации оборудования стартового комплекса, обосновывать объёмы и время проведения регламентных и ремонтно-восстановительных работ для обеспечения функционирования оборудования стартовых и технических комплексов (ПСК-9.4);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых решений при проведении регламентных и ремонтно-восстановительных работ (ПСК-9.5);

- анализировать эксплуатационные данные и прогнозировать показатели эффективности оборудования стартовых и технических комплексов (ПСК-9.6);

- применять прикладные программы для оценки и прогнозирования показателей эффективности стартовых и технических комплексов (ПСК-9.7);

- разрабатывать и обосновывать программы обеспечения эксплуатации стартовых и технических комплексов составными частями и элементами в течение назначенных показателей долговечности (ПСК-9.8).

Специализация № 10 «Системы жизнеобеспечения, термостатирования и защиты ракетно-космических комплексов»

- создавать модели физико-математических процессов, описывающих функционирование систем жизнеобеспечения, термостатирования и защиты ракетно-космических комплексов (ПСК-10.1);

- разрабатывать системы и агрегаты для обеспечения жизнедеятельности космических аппаратов и орбитальных станций, наземных и подземных сооружений, автономные системы обеспечения жизнедеятельности (скафандры), средства защиты и спасения гражданского и военного назначения (ПСК-10.2);

- разрабатывать и участвовать в эксплуатации стендового оборудования технических комплексов, предназначенного для проведения отработки и проверки систем жизнеобеспечения различного назначения (ПСК-10.3);
- планировать и проводить испытания систем жизнеобеспечения различного назначения средствами технических комплексов (ПСК-10.4);
- осуществлять работу по эксплуатации и сервисному обслуживанию систем жизнеобеспечения, проводить техническое обслуживание и регламентные работы систем жизнеобеспечения в составе технических комплексов (ПСК-10.5);
- разрабатывать средства защиты ракетно-космических комплексов от современных и перспективных средств поражения (ПСК-10.6);
- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке систем жизнеобеспечения (ПСК-10.7).

Специализация №11 «Термокриостатирование ракетно-космических систем»

- создавать модели физико-математических процессов, описывающих функционирование систем термокриостатирования ракетно-космических систем (ПСК-11.1);
- проектировать и разрабатывать системы и агрегаты терморегулирования для обеспечения теплового режима пилотируемых и автоматических космических аппаратов, термокриостатирования приборов, датчиков и криогенных топливных отсеков (ПСК-11.2);
- разрабатывать и участвовать в эксплуатации стендового оборудования, предназначенного для проведения отработки и проверки систем термокриостатирования различного назначения (ПСК-11.3);
- планировать и проводить испытания систем терморегулирования и криостатирования различного назначения (ПСК-11.4);

- осуществлять работу по эксплуатации и сервисному обслуживанию систем термостатирования, проводить техническое обслуживание и регламентные работы систем термостатирования в составе технических комплексов (ПК-11.5);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке систем жизнеобеспечения (ПСК-11.6).

Специализация № 12 «Производство и технологическая обработка изделий ракетно-космической техники»

- проектировать технологические процессы и технологическую оснастку для изготовления ракет и космических аппаратов, проводить автоматизацию технологических процессов (ПСК-12.1);

- внедрять в производство новые материалы и конструкторско-технологические решения (ПСК-12.2);

- разрабатывать технологию проведения ремонтных работ в космическом пространстве (ПСК-12.3);

- разрабатывать методы испытаний и контроля изделий ракетно-космической техники в процессе производства (ПСК-12.4);

- разрабатывать мероприятия по охране труда и экологической безопасности (ПСК-12.5);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектных решений (ПСК-12.6).

Специализация № 13 «Ракетно-космические композитные конструкции»

- разрабатывать технологические процессы изготовления конструкций из композиционных материалов (КМ). Обосновывать наиболее оптимальные и экономически целесообразные конструкторско-технологические решения изделий из КМ (ПСК-13.1);

- находить прочностные, жесткостные, термоупругие, диссипативные и теплофизические и другие характеристики современных КМ, определять

структурные параметры материалов с заданным набором свойств, композитных стержневых и оболочечных элементов (ПСК-13.2);

- проектировать технологическую оснастку для изготовления, сборки и испытаний конструкций из КМ, выбирать необходимое технологическое оборудование для производства и испытания изделий из КМ, проводить испытания образцов и изделий из КМ (ПСК-13.3);

- разрабатывать мероприятия по охране труда и экологической безопасности (ПСК-13.4);

- проводить технико-экономический анализ принимаемых проектных решений (ПСК-13.5).

Специализация № 14 «Маркетинг и менеджмент в ракетно-космической технике»

- проводить комплексное изучение рынка, потребителей, товаров, конкурентов, составлять обзоры конъюнктуры товарного рынка; проводить, на различных этапах проектирования, технико-экономическую оценку разрабатываемой ракетно-космической техники, разрабатывать основные положения товарной политики предприятия, классифицировать методы и средства продажи продукции (ПСК-14.1);

- разрабатывать планы маркетинговой деятельности, выбирать виды и средства рекламы, планировать бюджет маркетинга (ПСК-14.2);

- проводить системный анализ уровня затрат и ожидаемых результатов с целью достижения максимального экономического и социального эффектов от применения разрабатываемой ракетно-космической техники (ПСК-14.3);

- использовать рекламу для продвижения продукции на рынке (ПСК-14.4).

6. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИЮ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ

6.1. Основная образовательная программа подготовки специалистов предусматривает изучение следующих учебных циклов (УЦ) (таблицы 2-15):

- гуманитарный, социальный и экономический циклы (С.1);

- математический и естественнонаучный цикл (С.2);

- профессиональный цикл (С.3);

и разделов:

- физическая культура (С.4);

- учебная и производственная практики, научно-исследовательская работа (С.5);

- итоговая государственная аттестация (С.6).

6.2. Каждый учебный цикл имеет базовую (инвариантную для всех специализаций специальности) часть и вариативную (специализированную), устанавливаемую профилирующей кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана. Вариативная (специализированная) часть дает возможность расширения и (или) углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в аспирантуре.

Изучение всего комплекса учебных циклов и разделов совместно с реализацией социально-воспитательного компонента учебного процесса должно способствовать формированию **общекультурных, надпредметных** компетенций.

В результате студент должен

знать:

- основы классификации и структурирования информации и знаний;
- основные способы, формы и операции мышления;
- методы и технические средства информационных технологий, применяемых для создания, сохранения, управления и обработки данных;
- законы развития технических систем;
- методы системного анализа для исследования сложных объектов и выделения их существенных признаков;

- методы выявления и устранения физических и технических противоречий;
- историю культурного развития человека и человечества;
- методы организации коллективной творческой работы;
- междисциплинарные методы оценки технических решений;
- историю инженерной деятельности и вклад выдающихся инженеров в развитие цивилизации, место ИМТУ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана в отечественной науке и технике;
- методы повышения работоспособности, функциональной активности основных систем организма, предупреждения заболеваний;

уметь:

- анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде библиографических и реферативных обзоров;
- готовить аннотации (в том числе на иностранном языке), презентации, оформлять статьи и отчеты о научно-исследовательской работе с использованием информационных технологий;
- анализировать проблемы, выявлять причины их появления и связи между действующими факторами;
- применять знания и умения в нестандартных ситуациях;
- проявлять уважительное и бережное отношение к историческому наследию и культурным традициям, образу жизни, поведению, чувствам, мнениям, идеям, верованиям и обычаям членов профессионального коллектива и окружающей социальной среды;
- выстраивать конструктивные деловые и личные отношения в коллективе, организовывать его творческую работу коллектива;
- сочетать личные и групповые интересы, предупреждать конфликтные ситуации, обеспечить для каждого члена коллектива адекватный уровень признания вложенного труда;

- ставить цели, выбирать социально приемлемые способы их достижения, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;
- обеспечивать достижение результатов при рациональных затратах, избегать избыточного расходования ресурсов;
- обеспечивать производственную деятельность с минимальным ущербом для экологии (окружающей среды);
- проводить работу по профориентации среди потенциальных абитуриентов Университета;
- активировать требуемые ресурсы организма, преодолевать психологическую инерцию, негативные стереотипы и ограничивающие убеждения;

Владеть:

- навыками публичных выступлений, в том числе в сфере научной и деловой коммуникации;
- навыками работы с источниками научно-технической информации, в том числе с поисковыми системами Интернет;
- навыками выявления и анализа широкого круга проблем – технических, организационных, экономических;
- навыками выделения существенных признаков изучаемых процессов;
- навыками применения методов решения творческих задач;
- навыками управления производством, маркетингом, логистикой, инжинирингом, системным проектированием и прогнозированием;
- навыками использования нормативных правовых документов в специализированной деятельности;
- навыками использования современных оздоровительных систем физического воспитания.

6.3. **Базовая часть цикла С.1. «Гуманитарный, социальный и экономический цикл»** должна содержать следующие дисциплины: «История», «Иностранный язык», «Философия», «Экономика». В результате их изучения обучающийся должен

знать:

- место исторической науки в системе научного знания, основные этапы исторического развития страны, место и роль России в мировой истории; особенности общественного сознания, своеобразие нравов и обычаев людей в различные исторические эпохи, социально-экономические аспекты научно-технического прогресса, вклад научных школ МГТУ им. Н.Э. Баумана в развитие технического потенциала страны;
- сущность и роль философии как теоретической формы мировоззрения, ее основные законы и категории; основные этапы развития философских представлений о наиболее существенных аспектах современной картины мира;
- основные понятия социальной и институциональной структуры общества, тенденции его развития в условиях глобализации;
- базовую лексику изучаемого иностранного языка, грамматическую структуру для понимания форм и конструкций, характерных для устного и письменного общения;
- экономические основы производства: материальную базу, персонал, источники финансирования; хозяйственный механизм производственной деятельности, систему показателей для оценки результатов деятельности и использования ресурсов; современные механизмы ценообразования и конкуренции, особенности функционирования рынков факторов производства и формирование доходов на них;

уметь:

- анализировать процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их исторической динамике и взаимосвязи; анализировать социальную информацию, выявлять роль отечественной науки и техники в

развитии общества, планировать и осуществлять свою деятельность с учетом этого анализа; логически мыслить и формировать свою собственную оценку исторических событий в стране и в мире;

- применять философские знания в формировании программ жизнедеятельности, самореализации личности, ориентироваться в фундаментальных проблемах бытия на нормативно-ценностной основе;

- читать тексты на иностранном языке, передавать их содержание на родном или иностранном языке в устном и письменном виде;

- определять потребности в производственных ресурсах, производить расчеты экономических показателей; использовать полученные знания в деятельности при экономическом обосновании хозяйственных решений и расчетов параметров эффективности;

Владеть:

- теоретико-методологическим инструментарием исторической науки при осуществлении самостоятельного интеллектуального поиска;

- методикой анализа социальных явлений и процессов, навыками оценки складывающихся в стране и за рубежом ситуаций, ведения дискуссий на общественно-политические темы; технологией использования основных положений и методов социальных, гуманитарных наук при решении профессиональных задач;

- навыками аргументации и обоснования собственной точки зрения по актуальным социальным проблемам, грамотного изложения материала в устной и письменной форме;

- навыками перевода информации из зарубежных источников, иметь опыт реферирования текстов, выступления с докладами и презентациями на бытовые и профессиональные темы;

- методами и приемами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей; навыками проведения экономических расчетов для ведения хозяйственной деятельности.

Для групп специализаций базовая часть цикла С.1 дополнительно содержит следующие дисциплины:

Для специализаций № 1 «Аэрокосмические ракетные системы», № 2 «Ракеты с РДТТ», № 3 «Крылатые ракеты», № 4 «Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы», № 5 «Развёртываемые космические конструкции», № 14 «Проектный маркетинг и менеджмент ракетно-космической техники» базовая часть цикла С.1 дополнительно содержит дисциплины «Инженерно-психологическое обеспечение творческих форм деятельности» или «Основы инженерной психологии и эргономика». В результате их изучения студент должен:

знать:

- основы теории познания и общую методологию научно-технического творчества, закономерности работы функциональных систем головного мозга и соответствующие им механизмы обработки и порождения новой технической информации; способы принятия проектно-конструкторских решений; теорию полезности, аналитические и эвристические методы оценки результатов проектного анализа; место человека в системах управления, распределения функций между человеком и автоматическими системами, пространственная компоновка рабочего места, размещение технологической и организационной оснастки, обзор и наблюдение за технологическим процессом

уметь:

- самостоятельно приобретать необходимые ему знания и на их основе порождать новые; принимать рациональные решения в условиях неопределенности проектных критериев; решать нечетко схематизированные проектно-конструкторские задачи в области ракетной техники, анализировать соотношение между человеком и машиной в системе управления, выбирать средства индикации и управления, организовывать рабочее место оператора, управляющего процессом;

владеть:

- навыками принятия многокомпонентных проектно-конструкторских решений в условиях неопределенности проектных критериев; решения прямых и обратных задач поискового конструирования; оценки качества проектно-конструкторских решений: навыками выбора и проектирования средств индикации и управления, организации рабочего места оператора.

6.4. Базовая часть цикла **С.2 «Математический и естественнонаучный цикл»** должна содержать следующие дисциплины: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Интегралы и дифференциальные уравнения», «Линейная алгебра и функции нескольких переменных», «Информатика», «Теоретическая механика», «Физика», «Химия», «Экология». В результате их изучения студент должен

знать:

- метод математической индукции, понятие числовой последовательности и её предела, критерий Коши, первый и второй замечательные пределы, свойства функций, непрерывных на отрезке, виды точек разрыва функций, понятие производной функции и её свойства, основные правила дифференцирования функций, понятие дифференциала функции, теоремы Ферма, Роля, Лагранжа, Коши, теорему Бернулли-Лопиталья, формулу Тейлора, необходимые и достаточные условия экстремума функции, понятие выпуклости функции и точки перегиба;

- понятия вектора, определение и свойства линейных операций над векторами, понятие ортонормированного базиса, определение и свойства скалярного и векторного произведений векторов, определение и свойства смешанного произведения векторов; прямоугольные системы координат, виды уравнений прямой на плоскости и в пространстве, канонические уравнения и параметры для эллипса, гиперболы и параболы, канонические уравнения для эллипсоида, конуса, гиперболоида и параболоида; виды матриц, линейные операции с матрицами, формулы Крамера, фундаментальная система решений однородной системы линейных алгебраических уравнений, метод Гаусса,

представление о структуре общего решения неоднородной системы линейных алгебраических уравнений;

- первообразная и неопределённый интеграл, свойства неопределённого интеграла, методы интегрирования, свойства определённого интеграла, формулу Ньютона-Лейбница, несобственный интеграл, теорема Коши о существовании и единственности решения, типы интегрируемых обыкновенных дифференциальных уравнений, частное и общее решения высшего порядка, краевая задача для уравнений второго порядка, теорему о существовании и единственности решения, линейный дифференциальный оператор и его свойствах, формула Остроградского-Лиувилля, векторно-матричная форму записи системы линейных ОДУ, свойства определителя Вронского, метод Лагранжа вариации произвольных постоянных, характеристическое уравнение и область его применения, устойчивость по Ляпунову;

- свойства линейно независимых векторов, Евклидово пространство, неравенство Коши-Буняковского, норма и ортонормированный базис, свойства матрицы Грама, понятие линейного оператора и его матрицы и его собственных векторов, самосопряжённый оператор и его свойства, ортогональной матрица и её свойства, квадратичная форма, приведение канонической формы к каноническому виду, классификация кривых и поверхностей второго порядка, свойства функций нескольких переменных, условия непрерывности и дифференцируемости функций нескольких переменных, теорема о смешанных производных, формула Тейлора, градиент функции и его свойства, экстремум и условный экстремум функций нескольких переменных, векторная функция нескольких переменных;

- принципы построения и работы электронных вычислительных машин, структуру локальных и глобальных компьютерных сетей, назначение и методы разработки программного обеспечения, сведения о языках программирования и областях их применения в информационных технологиях;

•статика: понятия и аксиомы статики, связи и их реакции, система сходящихся сил, момент силы относительно центра или точки, момент пары сил, трение скольжения и качения, произвольную пространственную систему сил, момент силы относительно оси, приведение пары сил к центру, центр тяжести, центр тяжести твердого тела; кинематика: уравнения движения, закон движения точки, скорость и ускорение точки, вращательное движение, угловая скорость и угловое ускорение, плоско-параллельное движение твердого тела, разложение плоского движения на поступательное и вращательное, мгновенный центр скоростей, ускорение Кориолиса, сложное движение точки и тела, сложение поступательных движений, сложение вращательных движений; динамика: законы и аксиомы динамики точки, динамика механических систем, внешние и внутренние силы, теорема о движении центра масс, импульс силы, момент количества движения, кинетический момент твердого тела, законы сохранения, работа, мощность силы, динамика поступательного и вращательного движения твердого тела, принцип Даламбера, аналитическая механика, общее уравнение динамики, уравнение Лагранжа второго рода, элементарная теория удара;

•методы физических исследований, кинематика материальной точки, законы Ньютона, энергия, импульс, момент импульса, гармонические колебания, свободные и вынужденные колебания, механические волны, волновое уравнение, перенос энергии волной, интерференция, преобразования Галилея, постулаты Эйнштейна, преобразования Лоренца, связь массы и энергии; внутренняя энергия и температура, первое начало термодинамики, второе начало термодинамики, теорема Карно, термодинамическая энтропия, третье начало термодинамики, основное неравенство и основное уравнение термодинамики, термодинамические потенциалы, равновесные статистические распределения, явления переноса, агрегатные состояния вещества, фазовые переходы первого и второго рода; электрический заряд, электростатическое поле, напряженность и потенциал электростатического поля,

электростатическое поле в диэлектрике, энергия системы неподвижных зарядов, электроёмкость, плотность энергии электростатического поля, сила и плотность тока, законы Ома и Джоуля-Ленца, магнитное поле, закон Био-Савара-Лапласа, магнитное поле в среде, сила Лоренца, закон Ампера, электромагнитная индукция, плотность энергии магнитного поля, уравнения Максвелла, преобразования Лоренца для электрических и магнитных полей; электромагнитные волны, энергия и импульс электромагнитного поля, электронная теория дисперсии, электромагнитная природа света, интерференция света, принцип Гюйгенса-Френеля, дифракция электромагнитных волн, поляризация света, голография, тепловое излучение, гипотеза Планка, фотоэффект, эффект Комптона, опыты Резерфорда, квантовая модель атома водорода Н. Бора, волновые свойства микрочастиц, гипотеза де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга, волновая функция, уравнение Шредингера, операторы физических величин, спин, эффект Зеемана, оптические квантовые генераторы, принцип Паули, квантовые статистические распределения, космические лучи, структура атомного ядра, свойства ядерных сил, ядерные реакции, закон радиоактивного распада, элементарные частицы, взаимодействие ядерных излучений с веществом, понятие о дозиметрии и защите, объекты нанотехнологий; сверхпроводимость, работа выхода электрона из металла, термоэлектронная и автоэлектронная эмиссия, зонная теория твёрдых тел, проводимость металлов и полупроводников, эффект Холла, p-n – переход;

- строение атома, периодический закон и периодическую систему элементов Д.И. Менделеева, химическую связь и строение молекул, особенности строения вещества в конденсированном состоянии; энергетику и направление химических процессов, химическое и фазовое равновесие, закон действующих масс, скорость химической реакции, кинетические уравнения реакций первого и второго порядка, особенности гетерогенных процессов, химическая коррозия, каталитические реакции; растворы неэлектролитов и

электролитов, сильные и слабые электролиты, константа равновесия диссоциации слабого электролита, реакции обмена в электролитах, электрохимические процессы в гальваническом элементе и при электролизе, химические источники тока, электрохимическая коррозия, методы защиты металлов от коррозии; химические свойства элементов и их соединений, классы химических соединений, типы химических реакций, металлы и неметаллы, свойства s-элементов (щелочные и щелочно-земельные элементы), d-элементы, p-элементы, элементарные и бинарные алмазоподобные полупроводники;

- развитие экологии как науки об отношениях человека и среды, системологические основы науки, основы теории популяций, факторы среды, представление о ландшафтной экологии, перспективы развития человечества и природы;

УМЕТЬ:

- выполнять линейные операции над векторами; находить уравнения прямых на плоскости, прямых и плоскостей в пространстве, определять значения углов между прямыми на плоскости и в пространстве, вычислять расстояния от точки до прямой и от точки до плоскости; определять по уравнению второго порядка вид кривой или поверхности, находить параметры кривых второго порядка; выполнять операции над матрицами, вычислять ранг матрицы, находить обратную матрицу, решать системы линейных алгебраических уравнений общего вида;

- вычислять неопределённый интеграл от элементарных функций различных классов, вычислять определённые и несобственные интегралы, вычислять площадь плоской фигуры и площадь поверхности и объём тела вращения, решать дифференциальные уравнения первого порядка, линейные дифференциальные уравнения высших порядков и системы линейных дифференциальных уравнений;

- выполнять переход от одного базиса линейного пространства к другому, приводить матрицу линейного оператора к диагональному виду, приводить

уравнения кривых и поверхностей второго порядка к каноническому виду, исследовать квадратичную форму на знакоопределенность, в том числе с помощью критерия Сильвестра, дифференцировать сложные и неявно заданные функции, находить экстремум функции нескольких переменных, исследовать векторные функции на непрерывность и дифференцируемость;

- применять современные средства разработки и отладки программ на одном из языков программирования;

- решать типовые задачи статики, кинематики и динамики точки и твердого тела;

- решать типовые задачи, применяя знания физических законов и гипотез, работать с физическими приборами: электронным осциллографом, универсальным цифровым вольтметром, электронным звуковым генератором, универсальным источником питания, оптическим микроскопом, оптическим интерферометром, дифракционной решеткой, монохроматором, поляриметром;

- выполнять типовые расчеты, применяя законы термодинамики, кинетики и электрохимии, определять жесткость воды, обнаруживать катионы металлов в растворе, используя качественные реакции;

- применять основные положения экологии на практике;

владеть:

- навыками решения математических задач;

- применением программных средств общего назначения для работы с текстами, графикой, навыками поиска, хранения, защиты и обмена информацией в компьютерных сетях;

- навыками решения задач статики, кинематики и динамики точки и твердого тела, методами решения задач динамики с применением принципа Даламбера и уравнения Лагранжа второго рода;

- навыками работы в физической лаборатории, умением проводить измерения и оценивать погрешности в физическом эксперименте, составлять отчет по эксперименту;

- навыками выполнения основных лабораторных операций, умением проводить измерения показателя кислотности растворов электролитов и концентраций веществ в растворах;

Для специализаций № 2 «Ракеты с РДТТ», № 5 «Развёртываемые космические конструкции», базовая часть цикла С.2 дополнительно содержит дисциплины: «Теория колебаний», «Прикладные методы расчёта», «Математическое моделирование технических систем».

В результате изучения этих дисциплин обучающийся должен:

знать

- свободные и вынужденные колебания систем с распределенными параметрами, амплитудно-частотные характеристики, дифференциальные уравнения колебаний, начальные и граничные условия, критерий Раусса-Гурвица, теорему Рэлея, теорему о главных формах колебаний, величины, характеризующие частоту и форму колебаний систем, затухание колебаний под действием демпфирования, устойчивость колебаний, главные координаты, условия ортогональности, уравнение нормальных колебаний, малый параметр, параметрические колебания, быстрое и медленное движение, автоколебания;

- алгоритм построения конечного элемента (КЭ) вариационным методом, структуру матриц жесткости, масс, начальных напряжений, теплопроводности, теплоемкости, векторов приведенных узловых сил и приведенных узловых потоков КЭ; содержание стандартных процедур МКЭ; способы получения решений основных систем уравнений МКЭ;

- основы математического моделирования и идентификации статических, динамических и тепловых процессов в конструкциях ракет и космических аппаратов; основы теории размерностей для построения обобщенных решений, входящих в математические модели таких задач;

уметь

- создавать математические модели, описывающие механические колебания системы с одной и многими степенями свободы, а также упругих систем под

действием различных внешних воздействий, в том числе параметрических и нелинейных; получать решения, используя как точные, так и приближенные аналитические и численные методы, исследовать свойства полученных решений в зависимости от параметров системы; анализировать полученные результаты, оценивать их достоверность и вырабатывать практические рекомендации;

- составить программу, реализующую метод конечных элементов, используя готовые модули и процедуры; использовать для расчета конструкций ракетно-космической техники программные комплексы глобального анализа конструкций (MSC/NASTRAN, ANSYS);

- формулировать задачу прочностного, температурного и теплонапряжённого состояния элементов конструкции; проводить анализ, корректировку и уточнение исходной математической модели;

Владеть

- навыками составления и решения линейных дифференциальных уравнений, описывающих механические колебания системы с одной и многими степенями свободы, а также упругих систем под действием различных внешних воздействий, оценивать их достоверность и вырабатывать практические рекомендации;

- навыками применения МКЭ для решения задач статики, динамики, устойчивости и теплообмена элементов конструкций ракетно-космической техники; обработки и оценки достоверности результатов, получаемых с использованием МКЭ и других численных методов;

- навыками расчёта прочностного, температурного и теплонапряжённого состояния элементов конструкции с использованием аналитических и численных методов.

Для специализаций № 1 «Аэрокосмические ракетные системы», № 3 «Крылатые ракеты», № 4 «Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы», № 14 «Проектный маркетинг и менеджмент ракетно-космической техники» базовая часть цикла С.2 дополнительно содержит

дисциплины: «Теория механических колебаний», «Математические основы теплопрочности», «Системный анализ изделий ракетно-космической техники», «Основы метода параллельных вычислений».

В результате изучения этих дисциплин обучающийся должен:

знать

- физическую основу колебаний, колебания с одной степенью свободы, свободные колебания, методы решения задач теории колебаний, вынужденные колебания, резонанс, вынужденные колебания с вязким трением, частотная характеристика, колебания с двумя степенями свободы, нелинейные колебания, параметрические колебания, системы со многими степенями свободы, колебания упругих тел;

- параметры температурного и напряженно-деформированного состояния, термодинамику процесса деформирования, формулировки задач теплопроводности и термоупругости, теорию неупругого деформированного состояния, неизотермическое деформирование и разрушение материалов, методы решения задач теплопрочности;

- понятия и определения сложной технической системы (СТС), структуру функционирования внутри и вне СТС, выбор параметров СТС; иерархическое построение СТС по отношению к внешним системам; формирование функциональных и информационных средств взаимодействия СТС; формирование ТТЗ к проектируемой системе; многоэтапность проектирования, основные этапы жизненного цикла изделия; понятие эффективности СТС, построение модели операции достижения цели, сравнение и вариантов технических решений по СТС; модели расчета показателей эффективности;

уметь

- создавать математические модели, описывающие механические колебания системы с одной и многими степенями свободы под действием различных воздействий, в том числе параметрических и нелинейных; использовать аналитические и численные методы исследовать свойства полученных решений;

- вычислять параметры температурного и напряженно-деформированного состояния конструкций, формулировать задачи теплопроводности и термоупругости, вычислять неупругие деформации при сложном напряженном состоянии, определять критерии разрушения материала теплонпряженных конструкций, рассчитывать теплонпряженные элементы конструкции;

- проводить проектный и тактический выбор параметров СТС; формировать ТТЗ к проектируемой системе; разрабатывать критерии оценки эффективности СТС; сравнивать варианты технических решений СТС;

Владеть:

- навыками составления и решения линейных дифференциальных уравнений; составления и решения дифференциальных уравнений в частных производных; решения уравнений с использованием рядов;

- навыками вычисления параметров температурного и напряженно-деформированного состояния конструкций, формулирования задачи теплопроводности и термоупругости;

- навыками анализа СТС; формирования ТТЗ к проектируемой СТС; анализа эффективности применения СТС; построения модели операции для сравнения вариантов технических решений по СТС; расчета показателей эффективности СТС.

Для специализации № 12 «Производство и технологическая обработка изделий ракетно-космической техники» базовая часть цикла С.2 дополнительно содержит дисциплины: «Инженерные расчеты на ЭВМ», «Инженерно-технологические расчеты на ЭВМ».

В результате изучения этих дисциплин обучающийся должен:

знать

- основы анализа и синтеза проектно-технологических решений, типовые математические модели обрабатываемых материалов; описывающих физические процессы резания, формоизменения, напыления и других;

принципы проведения многофакторных технологических экспериментов, методы решения задач линейного, нелинейного и стохастического программирования; планирование эксперимента;

уметь

• обосновывать оптимальные параметры технологических процессов и операций; разрабатывать алгоритмы вычислений на ЭВМ для задач проектной технологии; планировать технологические исследования методом прямого эксперимента или математического моделирования;

владеть

• навыками построения интегрированных систем компьютерного проектирования технологических процессов; статистической обработки результатов технологического эксперимента, математического моделирования типовых технологических операций.

6.5. Базовая часть **профессионального цикла С.3** содержит следующие дисциплины: «Введение в специальную технику», «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Сопротивление материалов», «Теория механизмов и машин», «Детали машин», «Электротехника и электроника», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов» «Термодинамика и теплопередача», «Основы автоматизированного проектирования», «Теория автоматического управления (Управление в технических системах)», «Основы устройства летательных аппаратов», «Гидрогазоаэродинамика (Механика жидкости и газа, Аэродинамика)», «Безопасность жизнедеятельности», «Научно-исследовательская работа студентов».

В результате их изучения обучающийся должен

знать:

• теорию построения чертежа, правила изображения пространственных фигур на плоскости, требования ЕСКД к выполнению и оформлению графических работ, назначение и области применения систем

автоматизированного проектирования; правила выполнения эскизов деталей; правила нанесения размеров на чертеже детали и сборочной единицы; правила выполнения сборочных чертежей, чертежей общего вида и спецификации;

- правовые основы и системы стандартизации и сертификации, организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, методы и средства измерения физических и химических величин;

- сведения о механических свойствах конструкционных материалов, теорию напряжённо-деформированного состояния, основы теории прочности и механики разрушения, критерии прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций;

- классификацию механизмов, их функциональные возможности и области применения, методы расчета параметров движения механизмов, способы синтеза механизмов по критериям качества передачи движения; классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин, основы проектирования деталей машин;

- назначение, области применения и принципы действия основных устройств электротехники и электроники, законы и методы анализа электрических, магнитных и электронных цепей;

- основные классы современных материалов, их маркировку, свойства и области применения, сведения о влиянии состава и строения вещества на его механические и технологические свойства; виды технологических процессов обработки материалов и сплавов, основные характеристики оборудования для производства и испытаний;

- основные законы термодинамики и теплопередачи, способы теплопередачи: конвекция, теплопроводность, излучение. Основные термодинамические характеристики;

- принципы построения каркасных, поверхностных и твердотельных электронных геометрических моделей (ЭГМ), элементы интерфейса, команды главного меню, названия панелей инструментов программного комплекса

SolidWorks., параметры среды, определяющие вид интерфейса программного комплекса SolidWorks, стили оформления моделей и чертежей, простановку размеров, штриховку, свойства материалов, правила параметризации ЭГМ и установления ассоциативных взаимосвязей, правила параметризации ЭГМ и установления ассоциативных взаимосвязей, приемы создания и редактирования твердотельных ЭГМ сборок, команды создания и редактирования электронных чертежей, приемы фотореалистической визуализации ЭГМ и создания компьютерной анимации;

- понятие передаточной функции и переходного процесса, обратной связи: способы описания процесса управления; качество процесса управления;

- историю развития ракетно-космической техники, вклад российских учёных, примеры использования изделий ракетно-космической техники; основные понятия ракетной техники: тяга двигателя, уравнение К. Э. Циолковского, уравнение движения тела с переменной массой, типы и назначение ракет и космических аппаратов, конструкции ракет и космических аппаратов, виды старта, наземный комплекс;

- основные законы гидрогазоаэромеханики, способы управления полетом летательного аппарата, зависимости позволяющие определить аэродинамические коэффициенты летательного аппарата;

- причины возникновения чрезвычайных ситуаций, способы защиты населения от последствий катастроф, стихийных бедствий и аварий, требования по обеспечению безопасности персонала при авариях на опасных промышленных объектах и в отдельных чрезвычайных ситуациях военного времени;

- основные источники научной информации по специальности, методы расчетного анализа и экспериментальные методы, применяемые при разработке изделий ракетно-космической техники;

уметь:

- графически решать задачи геометрического характера, создавать плоские изображения пространственной фигуры; выполнять чертежи деталей и простейших сборочных единиц в соответствии с требованиями ЕСКД;
- применять контрольно-измерительную технику: микрометры, измерительные головки, нутромеры, оптиметры, длинномеры, измерительные микроскопы;
- выполнять типовые расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержней, балок, ферм, пластин и оболочек;
- анализировать структурные и кинематические схемы основных видов механизмов, определять законы движения и действующие в них силы; выполнять проектировочные и проверочные расчёты типовых элементов машин: подшипников, шестерен и зубчатых колёс, муфт, разъёмных и неразъёмных соединений, шпонок и штифтов;
- пользоваться стрелочными и электронными измерительными приборами, определять токи и напряжения на отдельных участках электрических цепей при стационарных и переходных процессах;
- обосновывать выбор материалов деталей машин и узлов на основе заданных сведений об условиях их эксплуатации и с учётом технологических свойств материалов; проводить проектирование одного из видов технологического процесса обработки материала или сплава по заданному алгоритму;
- применять основные законы и понятия термодинамики при проектировании и расчете изделий ракетно-космической техники;
- формулировать задачи о проектировании элементов конструкций с использованием программ твердотельного проектирования, пользоваться интерфейсом программ твердотельного проектирования, создавать твердотельные ЭГМ деталей и сборок умеренной сложности;

- составлять передаточную функцию и определять передаточный коэффициент, анализировать устойчивость системы, определять качество системы;
- работать с научно-технической литературой и Интернетом;
- проводить простейшие проектные и конструкторские расчеты элементов ракетно-космических систем;
- определять аэродинамические характеристики конструкций ракетно-космической техники, применять основные законы гидрогазодинамики при расчете движения жидкости и газа;
- оценивать степень поражения и последствия чрезвычайных ситуаций, участвовать в мероприятиях по защите населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, применять на практике действия по оказанию помощи в чрезвычайных ситуациях;
- осуществлять поиск и критически анализировать источники информации, формулировать постановку научных задач исследования и находить методы их решения по теме проводимой научной работы;

владеть:

- навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки;
- технологией создания чертежей деталей в соответствии с требованиями ЕСКД; навыками выполнения чертежей и эскизов стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений и сборочных единиц с применением систем автоматизированного проектирования;
- навыками выполнения измерений геометрических параметров и отклонений формы типовых деталей, измерений параметров шероховатости поверхности;
- умением измерять напряжения методом тензометрирования и прогибы с использованием индикаторов часового типа;

- методиками определения кинематических характеристик механизмов, проведения силового расчета механизмов, методом синтеза сопряженных профилей плоских и пространственных зацеплений; навыками конструирования типовых деталей, их соединений; механических передач, рам и станин, корпусных деталей;

- навыками подключения двигателей постоянного и переменного тока к питающей сети, умением регулировать частоту вращения двигателя;

- навыками проведения оценки свойств различных материалов; навыками анализа технологических операций, применяемых при производстве и обработке материалов;

- методами термодинамического расчета элементов конструкций ракетно-космического комплекса, методами определения параметров нагреваемых конструкций, методами расчета и проектирования теплозащиты и теплоизоляции;

- навыками. работы на персональном IBM-совместимом компьютере в операционной системе Microsoft Windows: с файловой системой, принтерами, буфером обмена, текстовым редактором Word и редактором таблиц Excel пакета Microsoft Office. Навыками создания и чтения конструкторской документации согласно ЕСКД;

- навыками составления структурных схем системы управления, методами формирования передаточной функции и расчета ее коэффициентов, методиками определения качества и устойчивости системы;

- навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки;

- навыками определения типа конструкции изделия ракетно-космического комплекса, методиками предварительного определения прочностных и эксплуатационных характеристик изделий;

- методиками определения аэродинамических характеристик конструкций ракетно-космической техники навыками применения средств индивидуальной

защиты, навыками использования средств пожаротушения и приборов для анализа химической и радиационной обстановки: газоанализаторов, дозиметров, радиометров;

- навыками проведения научных исследований для сопровождения разработок в области ракетно-космической техники.

Для специализаций № 1 «Аэрокосмические ракетные системы», № 2 «Ракеты с РДТТ», № 3 «Крылатые ракеты», № 4 «Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы», № 5 «Развёртываемые космические конструкции», № 12 «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники», № 13 «Ракетно-космические композитные конструкции», № 14 Проектный маркетинг и менеджмент ракетно-космической техники» базовая часть дополнительно содержит следующие дисциплины: «Теория полета и баллистика», «Двигательные установки», «Технология производства изделий ракетно-космической техники» или «Технология аэрокосмического машиностроения». В результате их изучения обучающийся должен:

знать

- основные законы баллистики и теории полета ракет и космических аппаратов, виды траекторий движения;

- виды двигательных установок, характеристики топлива, способы подачи компонентов в камеру сгорания, камеры сгорания, основные характеристики двигательной установки;

- основные конструкционные материалы и способы их обработки, композиционные материалы и способы их получения, методы контроля при сборке изделий, методы испытаний на герметичность, тепловые и электрические испытания изделий ракетно-космической техники;

уметь

- рассчитывать основные траекторные параметры ракет и космических аппаратов;

- выбирать топливо и тип двигателя и основные выходные характеристики, проектировать камеру сгорания и производить расчет охлаждения;
- организовывать конструкторско-технологическое обеспечение производства; внедрять новые конструкционные материалы и технологические процессы для изготовления изделий ракетно-космической техники; готовить нормативно-техническую документацию, в том числе на эксплуатацию изделий и осуществлять контроль качества продукции; использовать компьютерные технологии при проведении проектных разработок на всех стадиях жизненного цикла ЛА; обосновывать проектно-конструкторские и технологические решения для ЛА, их агрегатов и систем на базе новейших достижений науки и техники проводить технико-экономический анализ и маркетинговые исследования разрабатываемых ЛА;

Владеть

- методиками определения траекторий движения ракет и космических аппаратов;
- навыками выбора вида топлива и типа реактивного двигателя, методиками определения рабочих параметров двигательной установки, методиками выбора и расчета системы подачи, методиками определения геометрических размеров камеры сгорания;
- использованием основных и специальных способов обработки конструкционных материалов, изготовления и сборки изделий ракетно-космической техники; современными компьютерными технологиями, используемыми при разработке технологических процессов изготовления, сборки и испытаний ЛА; практическими навыками работы с технической документацией на производство, эксплуатацию и регламентные работы ракет различного назначения на базе использования информационно-коммуникационных технологий.

Для специализаций № 6 «Технологическое оборудование технических комплексов», №7 «Пусковые устройства, транспортно-установочное

оборудование и средства обслуживания ракет», № 8 «Заправочно-нейтрализационное оборудование, системы термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов», № 9 «Эксплуатация стартовых и технических комплексов» базовая часть дополнительно содержит следующие дисциплины: «Наземное оборудование ракетных комплексов», «Строительная механика в наземном оборудовании», «Тепломассоперенос в наземном оборудовании», «Динамика наземного оборудования»; «Технологии производства наземного оборудования»; «Компьютерное проектирование наземного оборудования»; «Оптимизация конструкций и систем наземного оборудования»; «Управление техническими системами комплексов»; «Надежность оборудования комплексов». В результате их изучения обучающийся должен:

знать

- основы устройства и функционирования агрегатов и систем наземного оборудования ракетных комплексов;
- методы управления, оптимизации, компьютерного проектирования, конструирования, производства, эксплуатации, анализа и обеспечения надежности конструкций и систем наземного оборудования ракетных комплексов;
- основы определения параметров надежности, проведения прочностных, тепловых, динамических и оптимизационных расчетов при компьютерном проектировании конструкций и систем наземного оборудования ракетных комплексов;

уметь

- составлять технологические операции, конструировать и разрабатывать конструкции и системы наземного оборудования для подготовки ракет, разгонных блоков и космических аппаратов на техническом и стартовом комплексах;

- разрабатывать планы построения технических и стартовых комплексов ракет;
- применять методы, обеспечивающие повышение надежности, проводить динамические, прочностные и оптимизационные расчеты, применять аппарат теории управления при компьютерном проектировании конструкций и систем наземного оборудования ракетных комплексов;
- определять характеристики тепломассопереноса и тепловой защиты конструкций применительно к процессам подготовки и старта ракет;
- оценить принятые конструкторские решения с позиций эффективности их реализации в производстве наземного оборудования;
- выбирать и внедрять новые технологические процессы в производстве наземного оборудования ракетных комплексов;

Владеть

- навыками составления последовательности выполнения технологических операций при наземной подготовке ракет, разгонных блоков и космических аппаратов, построения генеральных планов технических и стартовых комплексов;
- методами повышения надежности, обеспечения управления, проведения динамических, прочностных и оптимизационных расчетов при проектировании конструкций и систем наземного оборудования ракетных комплексов;
- методами расчета параметров тепломассопереноса в системах и устройствах наземного оборудования в условиях подготовки и старта ракет;
- способами обработки конструкционных материалов, методами сборки узлов и агрегатов крупногабаритных конструкций при производстве наземного оборудования ракетных комплексов.

В базовой части **профессионального цикла С.3** для специализаций № 2 «Ракеты с РДТТ» и № 5 «Развёртываемые космические конструкции» кроме общих для всех специализаций дисциплин, содержатся следующие дисциплины

«Механика деформируемого твёрдого тела» и «Проектирование летательных аппаратов». В результате их изучения студент должен.

знать:

- основы общей теории деформаций и напряжений, уравнения теории упругости в перемещениях и в напряжениях, вариационные принципы и вариационные уравнения теории упругости, плоскую задачу теории упругости, основы идеальной пластичности и упруго-пластического тела, механику композитов волокнистого строения;

- теоретические основы проектирования ракетных комплексов твёрдотопливными ракетами, приемы и методы проектного моделирования баллистических ракет с РДТТ, особенности организации проектных исследований в КБ при многоуровневой схеме управления, обеспечения надежности и качества создаваемой техники;

уметь:

- пользоваться тензорной алгеброй в трёхмерном пространстве, решать одномерную и плоскую задачу теории упругости, задачи на кручение и изгиб, определять механические характеристики композитов;

- ставить задачу проектирования ракет с РДТТ с учетом технических, экономических, экологических и других ограничений, проводить оценку массовых, энергетических, геометрических, стоимостных характеристик, выбирать рациональные проектные параметры, решать компромиссные многокритериальные проектные задачи;

владеть:

- навыками использования аналитических методов при решении задач механики деформируемого твёрдого тела;

- навыками проведения оценки массовых, энергетических, геометрических, стоимостных характеристик летательных аппаратов с РДТТ.

6.6. Раздел С.4. Учебная и производственная практики, практикум.

Цель практик и практикума – получение навыков реальной практической инженерной и научно-исследовательской деятельности в лабораторных и производственных условиях путем непосредственного участия студентов в решении актуальных производственных и научно-технических задач с раскрытием индивидуальных склонностей и способностей.

В результате прохождения практик и практикума обучающийся должен:

уметь:

- обосновывать актуальность темы работы, формулировать цель работы и решаемые в ее рамках задачи; проводить поиск и обработку научно-технической информации, составлять реферативные и аналитические обзоры по теме работы, готовить технические отчеты и публикации; выбирать метод и средства проведения эксперимента, планировать эксперимент, обрабатывать и анализировать полученные результаты; проводить оценку параметров технологических процессов и оборудования; применять информационные технологии для создания и ведения баз данных, выбора и оптимизации технологических процессов и технологического оборудования; применять программные продукты для автоматизированного проектирования технологических процессов и оборудования; проводить анализ вариантов технических решений;

владеть:

- навыками освоения и использования наиболее передовых в современном производстве технологий, оборудования и программных продуктов; методами и средствами проведения экспериментальных исследований, включая теорию планирования эксперимента, методы обработки и анализа экспериментальных данных; навыками управления качеством реальных технологических процессов, включая планирование, проведение и обработку результатов экспериментов; навыками конструкторской деятельности, включая отработку изделий на технологичность и контроль за их изготовлением; навыками разработки специализированного программного обеспечения для встраивания в

технологические комплексы, программирования контроллеров управляющих систем; навыками совместной научно-технической работы в группе.

6.6.1. Специализация № 1 «Аэрокосмические ракетные системы»

В вариативной части **профессионального цикла С.3** содержатся следующие дисциплины: «Основы проектирования аэрокосмических систем», «Строительная механика», «Конструирование корпусов и агрегатов аэрокосмических систем», «Расчета на прочность конструкций аэрокосмических систем», «Динамики конструкций аэрокосмических систем», «Гидроаэроупругость конструкций аэрокосмических систем», «Управление полетом и стабилизация аэрокосмических систем», «Проектирование с учетом случайных факторов», «Автоматизированная компоновка аэрокосмических систем». В результате их изучения студент должен:

знать:

- методы определения импульса скорости, методы проведения объемно-массового анализа космических аппаратов, определения необходимого запаса топлива; методы фазирования, способы проведения дистанционного зондирования Земли, выбор высоты полета, методы определения количества спутников, способы построения системы связи с использованием космических аппаратов; методы выведения спутников на геостационарную орбиту; способы построения траекторий спуска; материалы, применяемые для теплозащиты; методы проектирования транспортных кораблей с двигателями малой тяги и электрореактивными двигательными установками;
- теоремы взаимности работ; Кастильяно; Лагранжа; о свойствах собственных частот и форм колебаний; вариационные принципы: принцип возможных перемещений и вариационное уравнение Лагранжа принцип возможных изменений напряженного состояния и вариационное уравнение Кастильяно; смешанный вариационный принцип Рейсснера; величины, характеризующие напряженно-деформированное состояние стержней, пластин и оболочек; физико-механические характеристики материалов; расчетные

условия нагружения элементов конструкций космических аппаратов;
динамическое поведение конструкций космических аппаратов;

- названия, место приложения и диапазон значений сил, действующих на летательный аппарат в процессе эксплуатации, основные требования к конструкции корпуса аппарата, постановку задачи проектирования тонкостенных конструкций сухих отсеков летательных аппаратов, виды разъемных соединений, расчетные случаи нагружения шпангоутов, конструктивно-силовые схемы крыльев, расчетная схема и алгоритм определения нормальных напряжений в элементах моноблочного прямого крыла, основные принципы конструирования, автоматизацию конструирования назначение и классификацию КА, силовые факторы, действующие на КА в процессе эксплуатации, эпюры распределения сил и моментов по длине аппарата, методы определения положения центра масс и вычисления моментов инерции, методы выбора силовых схем конструкции отсеков; трехслойные конструкции, особенности конструирования при применении композиционных материалов;

- основные требования по обеспечению прочности КЛА; расчетные случаи нагружения, основные расчетные схемы различных силовых элементов КА, современные методы решения задач прочности; аналитические решения классических задач, алгоритмы аналитических и численных решений задач прочности: каркасных конструкций космических летательных аппаратов; топливных баков разгонных блоков и космических буксиров; рам и узлов крепления двигателей: ЖРД и РДТТ; приборных и бытовых отсеков; спускаемых аппаратов; стыковочных узлов; солнечных батарей;

- основные требования по обеспечению прочности КА; расчетные случаи нагружения и основные расчетные схемы различных силовых элементов КА; алгоритмы решения задач динамики: стержневых конструкций космических станций; топливных баков разгонных блоков и космических буксиров; рам и узлов крепления ЖРД и РДТТ; приборных отсеков; бытовых отсеков;

спускаемых аппаратов; стыковочных узлов; солнечных батарей, принципы расчета динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования аэрокосмических систем на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой;

- принципы построения и типы систем управления полетом КА, управление ориентацией и стабилизацией КА, реактивные системы стабилизации КА, релейные системы стабилизации с ограниченной информацией, системы стабилизации с гироскопическими исполнительными органами;

- способы формализации задач статистической динамики и статики конструкций на основе дискретных и континуальных моделей; методы и алгоритмы расчета конструкций при случайных воздействиях параметрического анализа режимов эксплуатации; расчета надежности конструкции. оптимального выбора конструктивных параметров;

- математические модели геометрических элементов, связь аналитической геометрии и компьютерной графики, приложения векторной алгебры и линейной алгебры к задачам графики, основные принципы векторной графики, основные примитивы векторной графики, организацию базы данных векторного изображения, основные приемы редактирования векторной графики, общие особенности интерфейса программы типа «электронный кульман», стандарты ЕСКД ГОСТ 2.051, 2.052, 2.053, способы построения ЭГМ компоновки, общие особенности интерфейса среды геометрического моделирования, способы построения ЭГМ сборочных единиц, принципы анимации ЭГМ, способы конвертации файлов ЭГМ в различные форматы файлов;

уметь:

- проводить расчет запаса характеристической скорости, определять параметры орбиты фазирования; определять тип топлива и его запас, необходимый для выполнения маневров; выбирать высоту полета спутника дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), обеспечивающую заданные

параметры наблюдения; определять количество спутников, выбирать тип двигателей коррекции спутника, выбирать тип орбиты спутника связи, рассчитывать площадь солнечных и массу аккумуляторных батарей, вычислять параметры траектории спуска в атмосфере, проектировать теплозащиту и систему мягкой посадки; проектировать космические аппараты с электрореактивными двигателями;

- классифицировать типовые конструкции объектов космической техники с точки зрения их силовых схем и характера нагружения, анализировать результаты расчетов и экспериментов на прочность и колебания. Выполнять проектные расчеты, а так же проверочные расчеты элементов конструкций космической техники с применением метода конечного элемента;

- проводить анализ полетных и наземных случаев нагружения летательного аппарата, выбирать расчетные случаи нагружения применять методы расчета тонкостенных конструкций, вычислять значения критических напряжений потери устойчивости отсека, применять алгоритм метода расчета по разрушающим нагрузкам для проектирования отсеков, подбирать тип фланцевого соединения и определять его геометрическую форму и размеры, применять приближенные методы анализа прочности и устойчивости элементов крыла летательных аппаратов, правильно ставить задачу прочности разрабатывать алгоритмы и программы решения задач прочности анализировать результаты расчета предлагать конструктивные параметры рациональной конструкции;

- выбирать расчетные схемы для анализа динамического поведения различных силовых элементов КА; давать приближенные оценки прочности силовых элементов КА при действии динамических нагрузок; выполнять расчеты на ЭВМ и анализировать полученные результаты;

- выполнять проектировочные и проверочные расчеты динамики конструкций аэрокосмических систем, с учетом взаимодействия упругой конструкции летательных аппаратов с жидкостью и газом;

- определять необходимый состав бортовой аппаратуры, проводить расчеты, определяющие качество и объемно массовые характеристики выбранной системы управления;
- выбрать схему конструкции для расчета при наличии случайных факторов, проводить оценку функциональных возможностей конструкции при случайных воздействиях различного типа, оценивать влияние случайного разброса параметров конструкции, условий эксплуатации и внешних воздействий на эксплуатационные характеристики конструкции; приближенно оценить надежность конструкции;
- выполнять чертежи деталей и простейших сборочных единиц в соответствии с требованиями ЕСКД описывать геометрию тела, входящие в компоновку, конвертировать растровую и векторную графику друг в друга, строить электронные чертежи узлов и агрегатов, входящих в компоновку, по бумажному чертежу;

Владеть:

- навыками проведения объемно-массового анализа КА различных типов; определения высоты полета спутника ДЗЗ, обеспечивающей заданные условия наблюдения; определения количества спутников ДЗЗ, необходимого для построения системы обзора; определения выбора типа двигательной установки и необходимого запаса топлива, обеспечивающего КА, расчета площади солнечных батарей и массы буферных батарей, расчета параметров электрореактивных двигателей;
- навыками выполнения расчетов балочных и рамных конструкций методами сопротивления материалов и методом конечного элемента. Анализировать напряженно-деформированное состояние пластинчатых и оболочечных элементов конструкций. Работы в операционной системе Windows, программирования на языках Паскаль, Си или FORTRAN 32, использования программных сред Mathcad или Matlab;
- навыками проведения типовых расчётов: проектирование гладкого,

стрингерного, лонжеронного, панельного, стержневого отсеков цилиндрической формы, проектирование стыковочного узла с проушинами, проектирование фланцевого соединения, анализ напряженно-деформированного состояния шпангоута, проектирование двухлонжеронного прямого крыла, анализ напряженно-деформированного состояния корпуса, определения полетных, наземных и аварийных нагрузок, действующих на КА в процессе его эксплуатации; выбора расчетных случаев нагружения;

- навыками получения приближенные аналитические решения прочности, анализировать полученные решения и давать практические рекомендации с учетом современных технологий;

- навыками выбора расчетных схем для анализа с использованием пакетов программ динамического поведения конструкции;

- навыками расчета динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования аэрокосмических систем на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой применения численного эксперимента в системах «конструкция-среда» с целью выбора наиболее рациональных параметров аэрокосмических систем;

- навыками определения состава аппаратуры, необходимого для реализации выбранного принципа управления полетом аэрокосмической системы и расчетов в необходимом объеме;

- навыками построения расчетных моделей конструкций различной сложности для анализа систем при наличии случайных факторов; расчета вероятностных характеристик параметров качества конструкции различными методами корреляционного анализа. оценки влияния случайного разброса параметров на эксплуатационные характеристики конструкции; разработки и численной реализации алгоритмов оценки надежности и параметрической оптимизации конструкций;

- навыками решения задач компоновки космических аппаратов математическими методами, программирования задач построения изображений,

получения и редактирования растровых изображений работы в пакете типа «электронный кульман» на уровне пользователя, перевода бумажной документации в электронную работы в конкретной среде геометрического моделирования, построения ЭГМ по чертежам агрегатов и узлов, построения ЭГМ по натурному образцу, построения и редактирования ЭГМ компоновки в конкретной среде.

Таблица 2.1

Структура основной образовательной программы специализации

№1 «Аэрокосмические ракетные системы»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44 30	Философия, История, Иностранный язык, Экономика, Правоведение, Основы инженерной психологии и эргономика.	П-1 – 4; ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5; ПСК-1.1.
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Химия, Экология, Кратные интегралы, ряды и теория поля, Уравнения математической физики, Теоретическая механика, Теория механических колебаний, Математические основы теплопрочности, Системный анализ	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 6; ЭД-1, 2, 6; ПСК-1.1 – 1.3.

			изделий ракетно-космической техники, Основы метода параллельных вычислений.	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26		
С.3	Профессиональный цикл	164	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Материаловедение, Технология конструкционных материалов, Теория механизмов и машин, Метрология, стандартизация и сертификация, Безопасность жизнедеятельности, Электротехника и электроника, Термодинамика и теплопередача, Основы устройства ракетно-космической техники, Теория полета и баллистика, Гидрогазоаэродинамика, Двигательные установки, Технология изделий ракетно-космической техники.	СЛ-4; ОП-1, 2, 6; ПР-1 – 6, НИ-5, 6; ПТ-1 – 5; ОУ-7; ЭД-2, 6; ЭК-1; ПСК-1.1 – 1.5, ПСК-1.9.
	Базовая (общепрофессиональная) часть	90		
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	56	Проектирование аэрокосмических систем, Строительная механика, Конструирование корпусов и агрегатов аэрокосмических систем, Расчеты на прочность конструкций, аэрокосмических систем Динамики конструкций	ПСК-1.1 – 1.11

			аэрокосмических систем, Гидроаэроупругость конструкций аэрокосмических систем, Управление полетом и стабилизация аэрокосмических систем, Проектирование с учетом случайных факторов, Автоматизированная компоновка аэрокосмических систем.	
	Дисциплины по выбору студента	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 –6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-5, 6; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-1.1 –1.13
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-3, 4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-1.1 – 1.13
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.2. Специализация № 2 «Ракеты с РДТТ».

В вариативной части **профессионального цикла С.3** содержатся следующие дисциплины: «Динамика летательных аппаратов», «Строительная механика летательных аппаратов», «Тепловые режимы летательного аппарата», «Проектирование летательных аппаратов с ЖРД», «Конструирование

летательных аппаратов», «Оптимизация композиционных структур», «Проектирование ракет из композиционных материалов», «Нагрузки, действующие на конструкцию летательных аппаратов», «Экспериментальные методы отработки летательных аппаратов». В результате их изучения студент должен:

знать:

- динамические характеристики изделий и конструкций: собственные частоты и формы, декременты колебаний, инерционные и жесткостные коэффициенты, основные случаи нагружения летательных аппаратов; понятия и методы оценки динамической устойчивости, неустойчивости, автоколебаний, параметрических колебаний, динамические характеристики изделий и элементов конструкции; требования к системе регулирования и стабилизации и их характеристики;
- моментную и приближенные теории оболочек; устойчивость оболочек, пластин и стержней при различных видах нагружения и граничных условиях; проектировочные и поверочные расчёты гладких и подкреплённых оболочек и пластин на прочность и устойчивость в составе ракетных конструкций; расчёт ферменных отсеков, расчёт прочности двигательных установок;
- особенности и физические законы взаимодействия излучения с материалами и конструкцией летательных аппаратов; схемы устройства и методы расчета систем обеспечения теплового режима; расчет тепловых потоков в условиях; расчет тепловых потоков, действующих на летательные аппараты на активном и баллистическом участках на участке спуска в атмосфере; определение температурного состояния его элементов конструкции;
- теоретические основы проектирования ракет с ЖРД, приемы и методы проектного моделирования баллистических ракет, особенности организации проектных исследований в КБ при многоуровневой схеме управления, обеспечения надежности и качества создаваемой техники;

- виды нагрузок, действующие на ракету; виды конструктивно-компоновочных схем отсеков и двигательных установок, входящих состав ракеты; материалы, используемые в конструкциях ракеты и критерии их выбора; основные расчётные случаи нагружения конструкции; типовые элементы конструкций отсеков, двигательных установок, агрегатов, узлов и деталей;

- основы общей теории оптимального проектирования конструкций; расчет прочностных, жесткостных, термоупругих, диссипативных и теплофизических характеристик многослойных композитов в зависимости от их структурных параметров;

- способы расчета и величины, характеризующие прочность, жесткость, устойчивость многослойной тонкостенной конструкции; методологию проектирования технических систем; конструкции элементов ракетно-космической техники из композиционных материалов;

- вид и уровень статических, динамических и тепловых нагрузок, действующих на конструкцию летательного аппарата, его бортовых систем при старте и на различных участках полёта, расчетные схемы силовых конструкций ракет и космических аппаратов;

- цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки летательных аппаратов; оценку безопасности пилотируемых летательных аппаратов; методы подобия и моделирования применительно к экспериментальной отработке летательных аппаратов;

- принципы построения систем теплозащиты современной ракетно-космической техники; математическое моделирование процессов теплообмена в теплозащитных материалах и элементах системы теплозащиты, экспериментальные исследования и стендовую отработку теплозащитных материалов;

УМЕТЬ:

- составить требования к элементам динамической схемы и характеристикам системы управления, выполнять расчеты динамических характеристик изделия в целом и ее отдельных блоков с использованием ЭВМ и применением современных методов расчета;
- проводить силовой анализ конструкции и выбирать расчётную схему задачи; составить точную и приближенную схему проектировочных и поверочных расчётов, критерии работоспособности;
- выбирать математическую модель расчета теплообмена космического аппарата в различных условиях его функционирования; выполнить расчет теплового режима, рассчитать температурное состояние элементов конструкции;
- ставить задачу проектирования ракет с ЖРД с учетом ограничений, проводить оценку массовых, энергетических, геометрических, стоимостных характеристик, выбирать рациональные проектные параметры, решать компромиссные многокритериальные проектные задачи;
- проводить проектировочный расчёт по выбору силовых схем отсеков и выбирать материалы с учётом нагрузок, действующих на ракету; проводить конструкторско-технологическую проработку конструктивных схем основных элементов ракеты;
- формулировать задачу термпрочности элементов конструкции; проводить анализ, корректировку и уточнение исходной математической модели;
- рассчитывать жесткостные, термоупругие, диссипативные, теплофизические и прочностные характеристики современных углепластиков, стеклопластиков и органопластиков;
- выполнить проектирование конкретных элементов конструкций ракетно-космической техники; обосновать метод проектирования и способ решения сформулированной задачи расчета конструкции из композиционных материалов;

- разрабатывать расчетную модель нагружения и рассчитывать действующие нагрузки, давать рекомендации по рациональному изменению силовой и компоновочной схемы летательного аппарата;
- разрабатывать план экспериментальной отработки летательных аппаратов; проводить обработку полученных экспериментальных данных и оценивать их точность;
- выбирать оптимальные методы решения задач математического моделирования процессов теплообмена в теплозащитных материалах и элементах систем теплозащиты;

Владеть:

- навыками применения расчётных методов к решению задач для основных схем ракет, аналитического и численного расчёта параметров проектируемых конструкций; анализа получаемых теоретических и экспериментальных результатов;
- навыками решения задач проектирования систем обеспечения теплового режима летательных аппаратов и его систем;
- навыками проведения оценки массовых, энергетических, геометрических, стоимостных характеристик летательных аппаратов с ЖРД;
- навыками выбора расчётных схем для проектного анализа конструкций летательных аппаратов, компоновки отсеков; конструирования основных узлов и элементов летательных аппаратов;
- навыками выбора средств нагрева и регистрации экспериментальных данных при проведении стендовых тепловых испытаний; решения задач определения характеристик теплозащитных материалов по результатам тепловых испытаний;
- навыками составления алгоритмов и программ расчета жесткостных, термоупругих, теплофизических и диссипативных характеристик многослойных композитных структур, расчетов прочности, устойчивости, собственных частот

и коэффициентов диссипации композитных трубчатых стержней и цилиндрических оболочек;

- навыками расчетно-теоретического обоснования выбранного материала и конструктивных параметров; формулировки заключения о работоспособности конструктивного элемента;

- навыками анализа и проведения расчётов по определению нагрузок, действующих на летательный аппарат;

- навыками составления плана эксперимента и методики его проведения; выбора средств нагружения и регистрации экспериментальных данных; анализа погрешностей измерения;

Таблица 2.2

Структура основной образовательной программы специализации
№ 2 «Ракеты с РДТТ»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	43	1. История	П-1 – 4; ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5; ПСК-2.1.
		30	2. Иностранный язык 3. Философия 4. Экономика 5. Инженерно-психологическое обеспечение творческих форм деятельности	
	13	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	93 68	1. Аналитическая геометрия 2. Математический анализ 3. Интегралы и дифференциальные уравнения 4. Линейная алгебра и функции многих переменных 5. Информатика 6. Физика	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 6; ЭД-1, 2, 6; ПСК-2.2

			7. Теоретическая механика 8. Химия 9. Экология 10. Теория колебаний 11. Прикладные методы расчёта 12. Математическое моделирование технических систем	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	25		
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	168 95	1. Введение в специальность 2. Начертательная геометрия 3. Инженерная графика 4. Метрология, стандартизация и сертификация 5. Сопротивление материалов 6. Теория механизмов и машин 7. Детали машин 8. Электротехника и электроника 9. Материаловедение 10. Технология конструкционных материалов 11. Термодинамика и теплопередача 12. Основы автоматизированного проектирования 13. Управление в технических системах 14. Основы устройства летательных аппаратов 15. Механика жидкости и газа 16. Проектирование летательных аппаратов 17. Безопасность жизнедеятельности 18. Научно-исследовательская работа студентов 19. Теория полёта,	СЛ-4; ОП-1; 2; 6 ПР-1 – 6; НИ-5, 6; ПТ-1 – 5; ЭД-2, 6; ЭК-1; ОУ-7; ПСК-2.2 – 2.5

			баллистика и аэродинамика 20. Двигательные установки летательных аппаратов 21. Технология производства изделий ракетно-космической техники 22. Механика деформируемого твёрдого тела	
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	55	1. Динамика летательных аппаратов 2. Строительная механика летательных аппаратов 3. Тепловые режимы летательных аппаратов 4. Проектирование летательных аппаратов с ЖРД 5. Конструирование летательных аппаратов 6. Оптимизация композитных структур в ракетных конструкциях 7. Проектирование ракет из композиционных материалов 8. Нагрузки, действующие на конструкции летательных аппаратов 9. Экспериментальные методы отработки летательных аппаратов 10. Теплозащита космических аппаратов	ПСК-2.1 – 2.9
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7;

			Преддипломная.	У-1 – 7; ПСК-2.1 – 2.9
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-3, 4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-2.1 – 2.9
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.3. Специализация № 3 «Крылатые ракеты». В вариативной части **профессионального цикла С.3** содержатся следующие дисциплины: «Основы проектирования и конструирования крылатых ракет», «Строительная механика», «Конструирование корпусов и агрегатов крылатых ракет», «Расчет на прочность конструкций крылатых ракет», «Динамики конструкций крылатых ракет», «Гидроаэроупругость конструкций крылатых ракет», «Управление движением и стабилизация крылатых ракет», «Проектирование с учетом случайных факторов», «Автоматизированная компоновка крылатых ракет». В результате их изучения студент должен:

знать

- назначение, преимущества и недостатки крылатой ракеты (КР); виды и особенности старта; методы проведения объемно-массового анализа КР различного назначения, марки топлива и методы определения необходимого запаса топлива; особенности динамики подводного движения КР; процесс запуска двигателя подводного хода; аэродинамическую конструктивно-силовую; объемно-весовую компоновку КР; конструкцию и материалы, применяемые при конструировании крылатой ракеты; технико-экономическую эффективность проекта;
- теоремы взаимности работ; Кастильяно; Лагранжа; о свойствах собственных частот и форм колебаний; вариационные принципы: принцип

возможных перемещений и вариационное уравнение Лагранжа принцип возможных изменений напряженного состояния и вариационное уравнение Кастильяно; смешанный вариационный принцип Рейсснера; величины, характеризующие напряженно-деформированное состояние стержней, пластин и оболочек; физико-механические характеристики материалов; расчетные условия нагружения элементов конструкций крылатой ракеты (силовые, динамические, тепловые); динамическое поведение конструкций крылатых ракет;

- названия, место приложения и диапазон значений сил, действующих на крылатую ракету в процессе эксплуатации, основные требования к конструкции корпуса аппарата, постановку задачи проектирования тонкостенных конструкций сухих отсеков летательных аппаратов, виды разъемных соединений, расчетные случаи нагружения шпангоутов, конструктивно-силовые схемы крыльев, расчетная схема и алгоритм определения нормальных напряжений в элементах моноблочного прямого крыла, основные принципы конструирования, автоматизацию конструирования назначение и классификацию КР, силовые факторы, действующие на КР в процессе эксплуатации, эпюры распределения сил и моментов по длине аппарата, методы определения положения центра масс и вычисления моментов инерции, методы выбора силовых схем конструкции отсеков; трехслойные конструкции, особенности конструирования при применении композиционных материалов;

- основные требования по обеспечению динамической прочности КР; расчетные случаи нагружения и основные расчетные схемы различных силовых элементов КР; алгоритмы решения задач динамики: стержневых конструкций; топливных баков; рам и узлов крепления двигателей; ЖРД ТРД, ПВРД, и РДТТ; приборных отсеков;

- основные требования по обеспечению прочности КР; расчетные случаи нагружения и основные расчетные схемы различных силовых элементов КР; математические формулировки задач статики и устойчивости силовых

тонкостенных элементов конструкций КР; современные методы решения задач прочности; типовые тестовые и практические задачи расчета элементов конструкций КР; аналитические решения классических задач, алгоритмы аналитических и численных решений задач прочности: каркасных конструкций; узлов крепления двигателей: ТРД, ПВРД, ЖРД и РДТТ; приборных отсеков; топливных отсеков;

- принципы построения и типы систем управления полетом КР, управление ориентацией и стабилизацией КР, реактивные системы стабилизации КР, релейные системы стабилизации с ограниченной информацией, системы стабилизации с гироскопическими исполнительными органами;

- способы формализации задач статистической динамики и статики конструкций на основе дискретных и континуальных моделей; методы и алгоритмы расчета конструкций при случайных воздействиях параметрического анализа режимов эксплуатации; расчета надежности конструкции. оптимального выбора конструктивных параметров;

- принципы расчета в области динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования КР на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой;

- математические модели геометрических элементов, связь аналитической геометрии и компьютерной графики, приложения векторной алгебры и линейной алгебры к задачам графики, основные принципы векторной графики, основные примитивы векторной графики, организацию базы данных векторного изображения, основные приемы редактирования векторной графики, общие особенности интерфейса программы типа «электронный кульман», стандарты ЕСКД ГОСТ 2.051, 2.052, 2.053, способы построения ЭГМ компоновки, общие особенности интерфейса среды геометрического моделирования, способы построения ЭГМ сборочных единиц, принципы анимации ЭГМ, способы конвертации файлов ЭГМ в различные форматы файлов;

уметь

- на основании технического задания, выбирать тип и форму старта КР; проводить сравнительный анализ конструктивных решений; оценивать запас динамической устойчивости системы управления движением; проводить анализ движения аппарата на подводном участке; оценивать нагрузки, проводить объемно-весовой анализ конструкции; составлять уравнения движения аппарата на траектории; ставить и решать задачу оптимального выбора проектных параметров с учетом ограничений; проводить экономическое и техническое обоснование проекта;
- классифицировать типовые конструкции объектов КР с точки зрения их силовых схем и характера нагружения, анализировать результаты расчетов и экспериментов на прочность и колебания. Выполнять проектные расчеты, а также проверочные расчеты элементов конструкций с применением метода конечного элемента;
- проводить анализ полетных и наземных случаев нагружения летательного аппарата, выбирать расчетные случаи нагружения применять методы расчета тонкостенных конструкций, вычислять значения критических напряжений потери устойчивости отсека, применять алгоритм метода расчета по разрушающим нагрузкам для проектирования отсеков, подбирать тип фланцевого соединения и определять его геометрическую форму и размеры, применять приближенные методы анализа прочности и устойчивости элементов крыла летательных аппаратов. правильно ставить задачу прочности разрабатывать алгоритмы и программы решения задач прочности анализировать результаты расчета предлагать конструктивные параметры рациональной конструкции;
- выбирать расчетные схемы для анализа динамического поведения различных силовых элементов КР; давать приближенные оценки прочности силовых элементов КР при действии динамических нагрузок; выполнять расчеты на ЭВМ и анализировать полученные результаты;

- выполнять проектировочные и поверочные расчеты динамики конструкций крылатых ракет, с учетом взаимодействия упругой конструкции летательных аппаратов с жидкостью и газом;
- определять необходимый состав бортовой аппаратуры, проводить расчеты, определяющие качество и объемно массовые характеристики выбранной системы управления;
- выбрать схему конструкции для расчета при наличии случайных факторов, проводить оценку функциональных возможностей конструкции при случайных воздействиях различного типа, оценивать влияние случайного разброса параметров конструкции, условий эксплуатации и внешних воздействий на эксплуатационные характеристики конструкции; приближенно оценить надежность конструкции;
- выполнять чертежи деталей и простейших сборочных единиц в соответствии с требованиями ЕСКД описывать геометрию тела, входящие в компоновку, конвертировать растровую и векторную графику друг в друга, строить электронные чертежи узлов и агрегатов, входящих в компоновку, по бумажному чертежу;

Владеть:

- навыками системного подхода к выбору типа и формы старта КР; использованием методов многопараметрической оптимизации функционала с учетом ограничений; методом термодинамического расчета газотурбинного двигателя; решения задачи сверхзвукового обтекания тонкого крыла; применения метода Шенли весового анализа конструкции; владения методами анализа боевой эффективности изделия;
- навыками выполнения расчетов балочных и рамных конструкций методами сопротивления материалов и методом конечного элемента. Анализировать напряженно-деформированное состояние пластинчатых и оболочечных элементов конструкций. Работы в операционной системе

Windows, программирования на языках Паскаль, Си или FORTRAN 32, использования программных сред Mathcad или Matlab;

- навыками проведения типовых расчётов: проектирование гладкого, стрингерного, лонжеронного, панельного, стержневого отсеков цилиндрической формы, проектирование стыковочного узла с проушинами, проектирование фланцевого соединения, анализ напряженно-деформированного состояния шпангоута, проектирование двухлонжеронного прямого крыла, анализ напряженно-деформированного состояния корпуса, определения полетных, наземных и аварийных нагрузок, действующих на КР в процессе его эксплуатации; выбора расчетных случаев нагружения;

- навыки получения приближенные аналитические решения прочности, анализировать полученные решения и давать практические рекомендации с учетом современных технологий;

- навыками выбора расчетных схем для анализа с использованием пакетов программ динамического поведения конструкции;

- навыками расчета динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования КР на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой применения численного эксперимента в системах «конструкция-среда» с целью выбора наиболее рациональных параметров КР;

- навыками определения состава аппаратуры, необходимого для реализации выбранного принципа управления полетом крылатых ракет;

- навыками построения расчетных моделей конструкций различной сложности для анализа систем при наличии случайных факторов; расчета вероятностных характеристик параметров качества конструкции различными методами корреляционного анализа, оценки влияния случайного разброса параметров на эксплуатационные характеристики конструкции; разработки и численной реализации алгоритмов оценки надежности и параметрической оптимизации конструкций;

- навыками решения задач компоновки крылатых ракет математическими методами, программирования задач построения изображений, получения и редактирования растровых изображений работы в пакете типа «электронный кульман» на уровне пользователя, перевода бумажной документации в электронную работы в конкретной среде геометрического моделирования, построения ЭГМ по чертежам агрегатов и узлов, построения ЭГМ по натурному образцу, построения и редактирования ЭГМ компоновки в конкретной среде.

Таблица 2.3

Структура основной образовательной программы специализации
№ 3 «Крылатые ракеты»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44 30	Философия, История, Иностранный язык, Экономика, Правоведение, Основы инженерной психологии и эргономика	П-1 – 4; ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Химия, Экология, Кратные интегралы, ряды и теория поля, Уравнения математической физики, Теоретическая механика, Теория вероятности и математическая статистика, Теория	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 6; ЭД-1, 2, 6; ПСК-3.1 – 3.2; ПСК-3.8

			механических колебаний, Математические основы теплопрочности, Системный анализ изделий ракетно-космической техники, Основы метода параллельных вычислений.	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26		
С.3	Профессиональный цикл	164	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов,	СЛ-4; ОП-1, 2, 6; ПР-1, 6, НИ-5, 6 ПТ-1 – 5; ЭД-2, 6; ЭК-1; ПСК-3.1, 3.2, ПСК-3.8
	Базовая (общепрофессиональная) часть	90	Материаловедение, Технология конструкционных материалов, Теория механизмов и машин, Метрология, стандартизация и сертификация, Безопасность жизнедеятельности, Электротехника и электроника, Термодинамика и теплопередача, Основы устройства ракетно-космической техники, Теория полета и баллистика, Гидрогазоаэродинамика, Двигательные установки, Технология изделий ракетно-космической техники	
	Вариативная (специализированная) часть	56	Основы проектирования и конструирования крылатых ракет, Строительная механика, Конструирование корпусов и агрегатов крылатых ракет, Расчета на прочность конструкций крылатых	

			ракет, Динамика конструкций крылатых ракет, Гидроаэроупругость конструкций крылатых ракет, Управление движением и стабилизация крылатых ракет, Проектирование с учетом случайных факторов, Автоматизированная компоновка крылатых ракет.	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-3.1 – 3.10
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-3, 4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-3.1 – 3.10
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.4. Специализация № 4 «Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы». В вариативной части цикла содержатся следующие дисциплины: «Основы проектирования и конструирования космических аппаратов», «Строительная механика», «Конструирование корпусов и агрегатов

космических аппаратов», «Расчета на прочность конструкций космических аппаратов», «Динамики конструкций космических аппаратов», «Гидроаэроупругость конструкций космических аппаратов», «Управление движением и стабилизация космических аппаратов», «Проектирование с учетом случайных факторов», «Автоматизированная компоновка космических аппаратов». В результате их изучения обучающийся должен:

знать

- методы определения импульса скорости, методы проведения объемно-массового анализа космических аппаратов, определения необходимого запаса топлива; методы фазирования, способы проведения дистанционного зондирования Земли, выбор высоты полета, методы определения количества спутников, способы построения системы связи с использованием космических аппаратов; методы выведения спутников на геостационарную орбиту; способы построения траекторий спуска; материалы, применяемые для теплозащиты; методы проектирования транспортных кораблей с двигателями малой тяги и электрореактивными двигательными установками;
- теоремы взаимности работ; Кастильяно; Лагранжа; о свойствах собственных частот и форм колебаний; вариационные принципы: принцип возможных перемещений и вариационное уравнение Лагранжа принцип возможных изменений напряженного состояния и вариационное уравнение Кастильяно;; смешанный вариационный принцип Рейсснера; величины, характеризующие напряженно-деформированное состояние стержней, пластин и оболочек; физико-механические характеристики материалов; расчетные условия нагружения элементов конструкций космических аппаратов); динамическое поведение конструкций космических аппаратов;
- названия, место приложения и диапазон значений сил, действующих на летательный аппарат в процессе эксплуатации, основные требования к конструкции корпуса аппарата, постановку задачи проектирования тонкостенных конструкций сухих отсеков летательных аппаратов, виды

разъемных соединений, расчетные случаи нагружения шпангоутов, конструктивно-силовые схемы крыльев, расчетная схема и алгоритм определения нормальных напряжений в элементах моноблочного прямого крыла, основные принципы конструирования, автоматизацию конструирования назначение и классификацию КА, силовые факторы, действующие на КА в процессе эксплуатации, эпюры распределения сил и моментов по длине аппарата, методы определения положения центра масс и вычисления моментов инерции, методы выбора силовых схем конструкции отсеков; трехслойные конструкции, особенности конструирования при применении композиционных материалов;

- основные требования по обеспечению прочности КЛА; расчетные случаи нагружения, основные расчетные схемы различных силовых элементов КЛА, современные методы решения задач прочности; аналитические решения классических задач, алгоритмы аналитических и численных решений задач прочности: каркасных конструкций космических летательных аппаратов; топливных баков разгонных блоков и космических буксиров; рам и узлов крепления двигателей ЖРД и РДТТ; приборных отсеков; бытовых отсеков; спускаемых аппаратов; стыковочных узлов; солнечных батарей;

- основные требования по обеспечению прочности КА; расчетные случаи нагружения и основные расчетные схемы различных силовых элементов КА; алгоритмы решения задач динамики: стержневых конструкций космических станций; топливных баков разгонных блоков и космических буксиров; рам и узлов крепления двигателей ЖРД и РДТТ; приборных отсеков; бытовых отсеков; спускаемых аппаратов; стыковочных узлов; солнечных батарей, принципы расчета динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования аэрокосмических систем на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой;

- принципы построения и типы систем управления полетом КА, управление ориентацией и стабилизацией КА, реактивные системы

стабилизации КА, релейные системы стабилизации с ограниченной информацией, системы стабилизации с гироскопическими исполнительными органами;

- способы формализации задач статистической динамики и статики конструкций на основе дискретных и континуальных моделей; методы и алгоритмы расчета конструкций при случайных воздействиях параметрического анализа режимов эксплуатации; расчета надежности конструкции, оптимального выбора конструктивных параметров;

- математические модели геометрических элементов, связь аналитической геометрии и компьютерной графики, приложения векторной алгебры и линейной алгебры к задачам графики, основные принципы векторной графики, основные примитивы векторной графики, организацию базы данных векторного изображения, основные приемы редактирования векторной графики, общие особенности интерфейса программы типа «электронный кульман», стандарты ЕСКД ГОСТ 2.051, 2.052, 2.053, способы построения ЭГМ компоновки, общие особенности интерфейса среды геометрического моделирования, способы построения ЭГМ сборочных единиц, принципы анимации ЭГМ, способы конвертации файлов ЭГМ в различные форматы файлов;

уметь

- проводить расчет запаса характеристической скорости, определять параметры орбиты фазирования; определять тип топлива и его запас, необходимый для выполнения маневров; выбирать высоту полета спутника ДЗЗ, обеспечивающую заданные параметры наблюдения; определять количество спутников, выбирать тип двигателей коррекции спутника, выбирать тип орбиты спутника связи, рассчитывать площадь солнечных и массу аккумуляторных батарей, Вычислять параметры траектории спуска в атмосфере, проектировать теплозащиту и систему мягкой посадки; проектировать космические аппараты с электрореактивными двигателями;

- классифицировать типовые конструкции объектов космической техники

с точки зрения их силовых схем и характера нагружения, анализировать результаты расчетов и экспериментов на прочность и колебания. Выполнять проектные расчеты, а так же проверочные расчеты элементов конструкций космической техники с применением метода конечного элемента.

- проводить анализ полетных и наземных случаев нагружения летательного аппарата, выбирать расчетные случаи нагружения применять методы расчета тонкостенных конструкций, вычислять значения критических напряжений потери устойчивости отсека, применять алгоритм метода расчета по разрушающим нагрузкам для проектирования отсеков, подбирать тип фланцевого соединения и определять его геометрическую форму и размеры, применять приближенные методы анализа прочности и устойчивости элементов крыла летательных аппаратов, правильно ставить задачу прочности разрабатывать алгоритмы и программы решения задач прочности анализировать результаты расчета предлагать конструктивные параметры рациональной конструкции

- выбирать расчетные схемы для анализа динамического поведения различных силовых элементов КА; давать приближенные оценки прочности силовых элементов КА при действии динамических нагрузок; выполнять расчеты на ЭВМ и анализировать полученные результаты;

- выполнять проектировочные и проверочные расчеты динамики конструкций аэрокосмических систем, с учетом взаимодействия упругой конструкции летательных аппаратов с жидкостью и газом;

- определять необходимый состав бортовой аппаратуры, проводить расчеты, определяющие качество и объемно массовые характеристики выбранной системы управления;

- выбрать схему конструкции для расчета при наличии случайных факторов, проводить оценку функциональных возможностей конструкции при случайных воздействиях различного типа, оценивать влияние случайного разброса параметров конструкции, условий эксплуатации и внешних

воздействий на эксплуатационные характеристики конструкции; приближенно оценить надежность конструкции;

- выполнять чертежи деталей и простейших сборочных единиц в соответствии с требованиями ЕСКД описывать геометрию тела, входящие в компоновку, конвертировать растровую и векторную графику друг в друга, строить электронные чертежи узлов и агрегатов, входящих в компоновку, по бумажному чертежу,

владеть

- навыками проведения объемно-массового анализа КА различных типов; определения высоты полета спутника ДЗЗ, обеспечивающей заданные условия наблюдения; определения количества спутников ДЗЗ, необходимого для построения системы обзора; определения выбора типа двигательной установки и необходимого запаса топлива, обеспечивающего КА, расчета площади солнечных батарей и массы буферных батарей, расчета параметров электрореактивных двигателей;

- навыками выполнения расчетов балочных и рамных конструкций методами сопротивления материалов и методом конечного элемента. Анализировать напряженно-деформированное состояние пластинчатых и оболочечных элементов конструкций. Работы в операционной системе Windows, программирования на языках Паскаль, Си или FORTRAN 32, использования программных сред Mathcad или Matlab;

- навыками проведения типовых расчётов: проектирование гладкого, стрингерного, лонжеронного, панельного, стержневого отсеков цилиндрической формы, проектирование стыковочного узла с проушинами, проектирование фланцевого соединения, анализ напряженно-деформированного состояния шпангоута, проектирование двухлонжеронного прямого крыла, анализ напряженно-деформированного состояния корпуса, определения полетных, наземных и аварийных нагрузок, действующих на КА в процессе его эксплуатации; выбора расчетных случаев нагружения;

- навыки получения приближенные аналитические решения прочности, анализировать полученные решения и давать практические рекомендации с учетом современных технологий;
- навыками выбора расчетных схем для анализа с использованием пакетов программ динамического поведения конструкции;
- навыками расчета динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования аэрокосмических систем на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой применения численного эксперимента в системах «конструкция-среда» с целью выбора наиболее рациональных параметров АКС;
- навыками определения состава аппаратуры, необходимого для реализации выбранного принципа управления полетом аэрокосмической системы и расчетов в необходимом объеме;
- навыками построения расчетных моделей конструкций различной сложности для анализа систем при наличии случайных факторов; расчета вероятностных характеристик параметров качества конструкции различными методами корреляционного анализа, оценки влияния случайного разброса параметров на эксплуатационные характеристики конструкции; разработки и численной реализации алгоритмов оценки надежности и параметрической оптимизации конструкций;
- навыками решения задач компоновки космических аппаратов математическими методами, программирования задач построения изображений, получения и редактирования растровых изображений работы в пакете типа «электронный кульман» на уровне пользователя, перевода бумажной документации в электронную работы в конкретной среде геометрического моделирования, построения ЭГМ по чертежам агрегатов и узлов, построения ЭГМ по натурному образцу, построения и редактирования ЭГМ компоновки в конкретной среде.

Структура основной образовательной программы специализации

№ 4 «Пилотируемые и автоматические космические аппараты и системы».

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудо-емкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44 30	Философия, История, Иностранный язык, Экономика, Правоведение, Основы инженерной психологии и эргономика	П-1 – 4; ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5; ПСК-4.3
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Химия, Экология, Кратные интегралы, ряды и теория поля, Уравнения математической физики, Теоретическая механика, Теория вероятности и математическая статистика, Теория механических колебаний, Математические основы, теплопрочности, Системный анализ изделий ракетно-космической техники, Основы метода параллельных вычислений	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4 – 6; ПР-4 – 6; НИ-3, 4, 6; ЭД-1, 2, 6; ПСК-4.1 – 4.3
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента,	26		

	определяются ООП			
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164 90	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Материаловедение, Технология конструкционных материалов, Теория механизмов и машин, Метрология, стандартизация и сертификация, Безопасность жизнедеятельности, Электротехника и электроника, Термодинамика и теплопередача, Основы устройства ракетно-космической техники, Теория полета и баллистика Гидрогазоаэродинамика, Двигательные установки, Технология изделий ракетно-космической техники.	СЛ-4; ОП-1, 2, 6; ПР-1, 6; НИ-5 – 6; ПТ-1 – 5; ЭД-2, 6; ЭК-1; ПСК-4.1, 4.3, 4.6, 4.7

	Вариативная (специализированная) часть	56	Основы проектирования и конструирования космических аппаратов, Строительная механика, Конструирование корпусов и агрегатов космических аппаратов, Расчета на прочность конструкций космических аппаратов, Динамики конструкций космических аппаратов, Гидроаэроупругость конструкций космических аппаратов, Управление движением и стабилизация космических аппаратов, Проектирование с учетом случайных факторов, Автоматизированная компоновка космических аппаратов.	ПСК-4.1 – 4.8
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-4.1 – 4.9
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-4.1 – 4.9

С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		
------------	--	-----	--	--

6.6.5. Специализация № 5 «Развёртываемые космические конструкции». В вариативной части цикла содержатся следующие дисциплины: «Динамика космических аппаратов», «Строительная механика космических аппаратов», «Тепловые режимы космического аппарата», «Проектирование транспортных космических систем», «Конструирование космических аппаратов», «Тепловые испытания космических аппаратов», «Проектирование орбитальных станций», «Динамика раскрываемых крупногабаритных конструкций», «Нештатные ситуации космических аппаратов», «Экспериментальные методы отработки космических аппаратов». В результате их изучения обучающийся должен:

знать:

- динамические характеристики изделий и конструкций: собственные частоты и формы, декременты колебаний, инерционные и жесткостные коэффициенты, основные случаи нагружения; понятия и методы оценки динамической устойчивости, неустойчивости, автоколебаний, параметрических колебаний, динамические характеристики космических аппаратов и элементов конструкции; требования к системе регулирования и стабилизации и их характеристики; динамику жидкости в условиях близких к невесомости;
- моментную и приближенные теории оболочек; деформирование мембран и мягких наддувных оболочек; устойчивость оболочек, пластин и стержней при различных видах нагружения и граничных условиях; проектировочные и поверочные расчёты гладких и подкрепленных оболочек и пластин на прочность и устойчивость в составе разгонных блоков и космических аппаратов; расчёт большеразмерных ферменных космических и орбитальных тросовых систем;
- особенности и физические законы взаимодействия излучения с материалами и конструкцией космических аппаратов; схемы устройства и

методы расчета систем обеспечения теплового режима; расчет тепловых потоков в условиях открытого космоса и пребывания на планете; расчет тепловых потоков, действующих на космические аппараты на участке спуска в атмосфере планеты; определение температурного состояния его элементов конструкции;

- теоретические основы проектирования сложных технических систем, приемы и методы проектного моделирования ракет-носителей различного типа, особенности организации проектных исследований в КБ при многоуровневой схеме управления, обеспечения надежности и качества создаваемой техники;

- виды нагрузок, действующие на космический аппарат; виды конструктивно-компоновочных схем отсеков и двигательных установок, входящих состав космического аппарата; материалы, используемые в конструкциях и критерии их выбора; основные расчётные случаи нагружения конструкции; типовые элементы конструкций отсеков, двигательных установок, агрегатов, узлов и деталей;

- основы моделирования теплового режима объекта испытания, используемые средства для проведения вычислительного эксперимента в натуральных и моделируемых условиях его эксплуатации; методики подготовки и технические средства проведения физического эксперимента; методы и технические средства сбора и обработки информации, полученной в процессе физического эксперимента;

- материальную часть орбитальных средств; состав и назначение бортовых систем; условия эксплуатации орбитальных объектов; эргономические параметры пилотируемых орбитальных средств;

- методы описания динамики и кинематики процессов раскрытия крупногабаритных ракетно-космических конструкций; определение динамических реакций в структурно сложной механической системе с внутренними связями; оценку достоверности теоретических механических

систем; методы и погрешности определения параметров процесса раскрытия на наземных установках;

- материальную часть ракет-носителей и космических аппаратов, наиболее опасные с точки зрения аварийных происшествий; основные физические процессы, протекающие на объекте при штатной и нештатной эксплуатации; методы ликвидации нештатных ситуаций;

- цели, задачи и общие методы экспериментальной отработки космических аппаратов; оценку безопасности пилотируемых космических аппаратов; методы подобия и моделирования применительно к экспериментальной отработке космических аппаратов;

УМЕТЬ:

- составить требования к элементам динамической схемы и характеристикам системы управления, выполнять расчеты динамических характеристик изделия в целом и ее отдельных блоков с использованием ЭВМ и применением современных методов расчета;

- проводить силовой анализ конструкции и выбирать расчётную схему задачи; составить точную и приближенную схему проектировочных и поверочных расчётов, критерии работоспособности;

- выбирать математическую модель расчета теплообмена космического аппарата в различных условиях его функционирования; выполнить расчет теплового режима, рассчитать температурное состояние элементов конструкции;

- формулировать задачу проектирования летательных аппаратов с учетом ограничений, проводить оценку массовых, энергетических, геометрических, стоимостных характеристик летательных аппаратов, выбирать рациональные проектные параметры, решать компромиссные многокритериальные проектные задачи;

- проводить проектировочный расчёт по выбору силовых схем отсеков и выбирать материалы с учётом нагрузок, действующих на орбите и при

выведении; проводить конструкторско-технологическую проработку основных элементов космических конструкций;

- разработать математическую модель теплового режима объекта испытания для проведения вычислительного эксперимента в натуральных и моделируемых условиях его работы; обосновать выбор технических средств и средств измерения, необходимых для проведения физического эксперимента;

- обосновывать выбор проектно-компоновочной схемы; выбирать основные проектные параметры; определять массовые и объёмные соотношения; оценивать состояние и режимы функционирования, ресурсы, грузопотоки, энергобаланс;

- составить расчетную схему, записать уравнения движения, провести расчет и прогнозирование основных параметров процесса раскрытия и трансформации космического аппарата; обосновать выбор типа и энергетических характеристик средств раскрытия;

- разбираться в материальной части объекта, с которым произошла авария; анализировать и сравнивать нештатные и штатные ситуации; выдвигать гипотезы причин и составлять математические модели нештатных ситуаций;

- разрабатывать план экспериментальной отработки космических аппаратов; проводить обработку полученных экспериментальных данных и оценивать их точность.

владеть:

- навыками проведения линеаризации и составления дифференциальных уравнений; использовать современные операционные системы и методы расчета на ЭВМ;

- навыками применения расчётных методов к решению задач для основных схем разгонных блоков и космических аппаратов, аналитического и численного расчёта параметров проектируемых конструкций; анализа получаемых теоретических и экспериментальных результатов;

- навыками решения задач проектирования систем обеспечения теплового режима космических аппаратов и объектов, размещаемых на планетах;
- навыками проектного моделирования, проведения оценки массовых, энергетических, геометрических, стоимостных характеристик летательных аппаратов;
- навыками выбора расчётных схем для проектного анализа конструкций космических аппаратов, компоновки отсеков; конструирования основных узлов и элементов космических аппаратов;
- навыками применения методов моделирования теплового режима конструкции на этапе подготовки физического эксперимента, использования для определения теплового режима и температурного состояния конструкции программных комплексов и прикладных программ;
- навыками расчета и выбора рациональных вариантов компоновки больших космических объектов; проведения системного анализа с целью определения ресурса и режима работы космических аппаратов; разработки основных бортовых систем;
- навыками применения методов динамического моделирования для анализа процессов трансформации ракетно-космических конструкции и расчета основных параметров процессов трансформации;
- навыками расчета основных параметров систем при штатных и нештатных ситуациях; расчета и выбора оптимального варианта выхода из аварийной ситуации;
- навыками составления плана эксперимента и методики его проведения; выбора средств нагружения и регистрации экспериментальных данных; анализа погрешностей измерения.

Таблица 2.5

Структура основной образовательной программы специализации

№ 5 «Развёртываемые космические конструкции»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудо- емкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	43 30	1. История 2. Иностранный язык 3. Философия 4. Экономика 5. Инженерно- психологическое обеспечение творческих форм деятельности	П-1 – 4; ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5; ПСК-5.8
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	13		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	93 68	1. Аналитическая геометрия 2. Математический анализ 3. Интегралы и дифференциальные уравнения 4. Линейная алгебра и функции многих переменных 5. Информатика 6. Физика 7. Теоретическая механика 8. Химия 9. Экология 10. Теория колебаний 11. Прикладные методы расчёта 12. Математическое моделирование технических систем	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 6; ЭД-1, 2, 6; ПСК-5.2 – 5.4
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	25		ПСК-2.1
С.3	Профессиональный цикл	168	1. Введение в специальность	СЛ-4; ОП-1, 2, 6;
	Базовая (общепрофессиональная) часть	95	2. Начертательная геометрия 3. Инженерная графика 4. Метрология, стандартизация и сертификация	ПР-1 – 6, НИ-5, 6; ПТ-1 – 5; ЭД-2, 6; ЭК-1; ПСК-5.6

			<p>5. Соппротивление материалов</p> <p>6. Теория механизмов и машин</p> <p>7. Детали машин</p> <p>8. Электротехника и электроника</p> <p>9. Материаловедение</p> <p>10. Технология конструкционных материалов</p> <p>11. Термодинамика и теплопередача</p> <p>12. Основы автоматизированного проектирования</p> <p>13. Управление в технических системах</p> <p>14. Основы устройства космических аппаратов</p> <p>15. Механика жидкости и газа</p> <p>16. Проектирование космических аппаратов</p> <p>17. Безопасность жизнедеятельности</p> <p>18. Научно-исследовательская работ студентов</p> <p>19. Теория полёта, баллистика и аэродинамика</p> <p>20. Двигательные установки космических аппаратов</p> <p>21. Технология производства изделий ракетно-космической техники</p> <p>22. Механика деформируемого твёрдого тела</p>	
	<p>Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией</p>	55	<p>1. Динамика космических аппаратов</p> <p>2. Строительная механика космических аппаратов</p> <p>3. Тепловые режимы космических аппаратов</p> <p>4. Проектирование транспортных</p>	ПСК-5.1 – 5.8

			космических систем 5. Конструирование космических аппаратов 6. Динамика раскрывающихся крупногабаритных космических конструкций 7. Нештатные ситуации пилотируемых космических аппаратов 8. Проектирование орбитальных станций 9. Тепловые испытания космических аппаратов 10. Экспериментальные методы отработки космических аппаратов	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-5.1 – 5.8
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-5.1 – 5.8
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.6. Специализация № 6 «Технологическое оборудование технических комплексов». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие

дисциплины: «Транспортное оборудование технических комплексов», «Подъемно-перегрузочное оборудование технических комплексов», «Монтажно-стыковочное оборудование и средства обслуживания», «Вакуумные испытания и оборудование технических комплексов», «Стендовое оборудование технических комплексов», «Основы эксплуатации технических комплексов». В результате изучения этих дисциплин студент должен:

знать:

- основные виды, типовые конструкции, методы построения расчетных схем, проведения расчетов и выбора основных конструктивных параметров агрегатов транспортного, подъемно-перегрузочного, монтажно-стыковочного и стендового оборудования технических комплексов;
- технику получения вакуума – принципы работы и основные характеристики наиболее распространенных типов вакуумных насосов и вакуумных ловушек;
- основы физики разреженных газов и процессов откачки вакуумных объектов, методы и технологии вакуумных испытаний на герметичность, средства вакуумных измерений, типовые схемы вакуумных установок и стендов для вакуумных испытаний космических аппаратов на герметичность на технических комплексах;
- устройство и принципы функционирования испытательных и технологических стендов, предназначенных для проведения взвешивания, статической и динамической балансировки, обезвешивания составных частей, испытаний солнечных батарей и комплексных испытаний космических аппаратов на техническом комплексе;
- состав и структуру критериев эффективности, положения научной концепции ресурсосбережения, составные части оптимальной программы эксплуатации технологического оборудования технических комплексов;

- принципы и области применения методов неразрушающего контроля технического состояния, методы прогнозирования показателей эффективности технологического оборудования технических комплексов;

уметь:

- проводить анализ структуры, синтез механизмов, определять нагрузки, выполнять расчеты общей устойчивости, прочности и жесткости конструкций транспортного, подъемно-перегрузочного, монтажно-стыковочного и стендового оборудования технических комплексов;

- разрабатывать технические задания на проектирование и конструирование вакуумного оборудования, планировать проведение вакуумных испытаний на герметичность изделий ракетных комплексов;

- разрабатывать технические задания и программы проведения испытаний, выбирать аппаратуру, необходимую для проведения вакуумных испытаний на герметичность и регистрации их результатов, разрабатывать техническую документацию на стендовые установки для проведения вакуумных испытаний изделий ракетной техники на техническом комплексе;

- разрабатывать технические задания, программы проведения испытаний и техническую документацию на технологические и испытательные стенды, предназначенные для проведения взвешивания, статической и динамической балансировки, обезвешивания составных частей, испытаний солнечных батарей и комплексных испытаний космических аппаратов на техническом комплексе;

- выделять и планировать основные технологические процессы, анализировать эксплуатационные данные с применением технологического оборудования технических комплексов;

- выбирать методы и технические средства неразрушающего контроля для проверки технического состояния ответственных узлов и конструкций, обосновывать и применять методы прогнозирования показателей эффективности технологического оборудования технических комплексов при эксплуатации;

Владеть:

- навыками определения нагрузок, выполнения расчетов общей устойчивости, прочности и жесткости конструкций, анализа структуры и синтеза механизмов транспортного, подъемно-перегрузочного, монтажно-стыковочного и стендового оборудования технических комплексов;
- навыками разработки технической документации и программы проведения испытаний, выбора аппаратуры, необходимой для проведения вакуумных испытаний на герметичность и регистрации их результатов для проведения вакуумных испытаний изделий ракетной техники на техническом комплексе;
- навыками разработки технической документации и программ проведения испытаний на технологические и испытательные стенды, предназначенные для проведения взвешивания, статической и динамической балансировки, обезвешивания составных частей, испытаний солнечных батарей и комплексных испытаний космических аппаратов на техническом комплексе;
- навыками работы с эксплуатационными документами, анализа эксплуатационных данных и прогнозирования с применением пакетов прикладных программ показателей эффективности технологического оборудования технических комплексов;
- навыками планирования эксплуатационных процессов, умением разработки программы обеспечения эксплуатации технологического оборудования технических комплексов составными частями и элементами в течение назначенных показателей долговечности;

Таблица 2.6

Структура основной образовательной программы специализации

№ 6 «Технологическое оборудование технических комплексов»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоем- кость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды форми- руемых компетенций
------------------	---------------	---	---	--------------------------------------

С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44 30	История, Иностранный язык, Философия, Экономика.	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП Дисциплины по выбору студента (3 из 5)	14	Экономика предприятия, Организация и планирование производства, Культурология, Политология, Русский язык и культура речи. Правоведение, Маркетинг, Социология, Валеология, Основы менеджмента.	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Теоретическая механика, Химия, Экология.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5.
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП Дисциплины по выбору студента (3 из 4)	26	Математические основы оптимизации конструкций и систем, Основы теории вероятностей и математической статистики, Твёрдотельное компьютерное моделирование, Прикладные методы расчета и программные комплексы, Уравнения математической физики, Теория механических колебаний, Кратные интегралы, теория поля, ряды, Теория автоматического управления, Математические модели функционирования комплексов, Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление, Системный анализ, Основы теории динамических систем, Теоретические основы метода конечных элементов, Теория поиска и принятия решений.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5.

С.3	Профессиональный цикл	164	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Технология конструкционных материалов, Материаловедение, Метрология, стандартизация и сертификация, Теория машин и механизмов, Детали машин, Электротехника и электроника, Безопасность жизнедеятельности, Термодинамика и теплопередача, Гидрогазоаэродинамика, Введение в специальность, Основы устройства летательных аппаратов, Наземное оборудование ракетных комплексов, Научно-исследовательская работа студента, Тепломассоперенос в наземном оборудовании, Строительная механика в наземном оборудовании, Компьютерное проектирование наземного оборудования, Динамика наземного оборудования, Технология производства наземного оборудования, Оптимизация конструкций и систем наземного оборудования, Управление техническими системами комплексов, Надежность оборудования комплексов.	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, ПР 5 – 8; НИ-1– 4, НИ 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1; ПСК-6.2 – 6.7
	Базовая (общепрофессиональная) часть	90		
	Вариативная (специализированная) часть	56	Транспортное оборудование технических комплексов, Подъемно-перегрузочное оборудование технических комплексов, Монтажно-стыковочное оборудование и средства обслуживания, Вакуумные испытания и оборудование технических комплексов, Стендовое оборудование	ПСК-6.1 – 6.7

			технических комплексов, Основы эксплуатации технических комплексов.	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП (3 из 5)	18	Механика технологического оборудования, Силовые приводы стендового оборудования, Системы обеспечения теплового режима и чистоты помещений, Системы энергоснабжения и электросилового оборудование, Теплогидравлические системы и оборудование.	
	Физическая культура	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Производственная. Технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-6.1 – 6.7
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-6.1 – 6.7
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.7. Специализация № 7 «Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания ракет». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие дисциплины: «Газодинамика стартовых устройств», «Проектирование стартовых систем», «Проектирование шахтных пусковых установок», «Проектирование мобильных установок», «Проектирование транспортно-установочного оборудования и средств

обслуживания ракет», «Эксплуатация пускового оборудования и стартовых сооружений». В результате изучения этих дисциплин студент должен:

знать:

- основные виды, типовые конструкции, методы построения расчетных схем, проведения расчетов и выбора основных конструктивных параметров агрегатов стартовых систем, шахтных и мобильных пусковых установок, транспортно-установочного оборудования и средств обслуживания ракет;
- способы отвода газов от двигателей ракет в пусковых устройствах стартовых комплексов, конструкции и системы для снижения воздействия потоков газов ракетных двигателей на конструкции ракет и пусковых устройств в условиях ракетного старта;
- методы и средства обеспечения безопасности на стартовом комплексе при подготовке и осуществлении пусков ракет;
- типовые конструкции транспортно-пусковых контейнеров и устройств обеспечения активного старта ракет шахтного и мобильного базирования;
- методы и средства защиты ракет в составе пусковых установок ракетных комплексов стратегического назначения от современных и перспективных средств поражения;
- основы проведения технико-экономического анализа и оптимизации принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке конструкций пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования и агрегатов обслуживания ракет;
- основные принципы эксплуатации и порядок проведения оценки текущего состояния, основы планирования работ по обслуживанию, методы и приборы контроля технического состояния пусковых устройств и стартовых сооружений;

уметь:

- обосновывать и составлять генеральный план стартового комплекса, планы размещения технологического оборудования на площадках и в

сооружениях стартового комплекса, разрабатывать технологию работ предстартовой подготовки ракеты и космического аппарата на стартовом комплексе;

- проводить анализ структуры, синтез механизмов, определять нагрузки, выполнять расчеты для обоснования компоновки, прочности и жесткости конструкций пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования и агрегатов обслуживания ракет;

- разрабатывать газоотводящие системы пусковых устройств, конструкции и системы для снижения воздействия потоков газов ракетных двигателей на конструкции ракет и пусковых устройств в условиях ракетного старта;

- разрабатывать техническую и эксплуатационную документацию на конструкции пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования, агрегатов для экстренной посадки и эвакуации экипажа, обслуживания ракеты на стартовом комплексе, кабель-заправочных мачт, механизмов для подвода и отвода коммуникаций, стыкуемых с ракетой и космическим аппаратом при подготовке на стартовом комплексе;

- разрабатывать системы и средства обеспечения безопасности на стартовом комплексе при подготовке и осуществлении пусков ракет и участвовать в их эксплуатации;

- проводить технико-экономический анализ и оптимизацию принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке конструкций пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования и агрегатов обслуживания ракет;

- разрабатывать техническую и эксплуатационную документацию на конструкции шахтных и мобильных пусковых установок, транспортно-пусковых контейнеров, устройств обеспечения активного старта ракет, средств их защиты в составе шахтных и мобильных пусковых установок ракетных

комплексов стратегического назначения от современных и перспективных средств поражения;

- проводить оценку технического состояния, планировать работы по обслуживанию, составлять программы испытаний пусковых устройств и стартовых сооружений ракетных комплексов;

Владеть:

- навыками составления планов стартового комплекса, размещения на нем наземного технологического оборудования, разработки технологий работ предстартовой подготовки ракеты и космического аппарата на стартовом комплексе;

- навыками определения нагрузок, выполнения расчетов общей устойчивости, прочности и жесткости конструкций, анализа структуры и синтеза механизмов для обоснования компоновки пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования и агрегатов обслуживания ракет;

- терминологией и понятиями, относящимися к области газодинамических и акустических воздействий при старте ракет, методическим аппаратом по обоснованию и расчету газоотводящих систем пусковых устройств, конструкций и систем для снижения воздействия потоков газов ракетных двигателей на конструкции ракет и пусковых устройств в условиях ракетного старта;

- навыками составления технической и эксплуатационной документации на конструкции пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования, агрегатов для экстренной посадки и эвакуации экипажа, обслуживания ракеты на стартовом комплексе, кабель-заправочных мачт, механизмов для подвода и отвода коммуникаций, стыкуемых с ракетой и космическим аппаратом при подготовке на стартовом комплексе;

- основами проведения технико-экономического анализа и оптимизации принимаемых проектно-конструкторских решений при разработке конструкций пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования, агрегатов

обслуживания ракет и способами обеспечения безопасности на стартовом комплексе при подготовке и осуществлении пусков ракет;

- навыками составления технической и эксплуатационной документации на конструкции шахтных и мобильных пусковых установок, транспортно-пусковых контейнеров, устройств обеспечения активного старта ракет, средств их защиты от современных и перспективных средств поражения в составе шахтных и мобильных пусковых установок ракетных комплексов стратегического назначения;
- методами проведения оценки технического состояния, навыками по планированию обслуживания, составления программ испытаний пусковых устройств и стартовых сооружений ракетных комплексов;

Таблица 2.7

Структура основной образовательной программы специализации
№ 7 «Пусковые устройства, транспортно-установочное оборудование и средства обслуживания ракет»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл	44	История, Иностранный язык, Философия, Экономика,	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5; ПСК-7.5
	Базовая часть	30		
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14	Экономика предприятия, Организация и планирование производства, Культурология, Политология, Русский язык и культура речи	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ3-6
	Дисциплины по выбору студента (3 из 5)		Правоведение, Маркетинг, Социология, Валеология, Основы менеджмента	

С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Теоретическая механика, Химия, Экология.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП Дисциплины по выбору студента (3 из 4)	26	Математические основы оптимизации конструкций и систем, Основы теории вероятностей и математической статистики, Твёрдотельное компьютерное моделирование, Прикладные методы расчета и программные комплексы, Уравнения математической физики, Теория механических колебаний, Кратные интегралы, теория поля, ряды, Теория автоматического управления, Математические модели функционирования комплексов, Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление Системный анализ, Основы теории динамических систем, Теоретические основы метода конечных элементов, Теория поиска и принятия решений.	ПСК-7.1 – 7.4
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164 90	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Технология конструкционных материалов, Материаловедение, Метрология, стандартизация и сертификация, Теория машин и механизмов, Детали машин, Электротехника и электроника, Безопасность жизнедеятельности, Термодинамика и теплопередача,	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, 5 – 8; НИ-1 – 4, 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1

			<p>Гидрогазоаэродинамика, Введение в специальность, Основы устройства летательных аппаратов, Наземное оборудование ракетных комплексов, Научно-исследовательская работа студента, Тепломассоперенос в наземном оборудовании, Строительная механика в наземном оборудовании, Компьютерное проектирование наземного оборудования, Динамика наземного оборудования, Технология производства наземного оборудования, Оптимизация конструкций и систем наземного оборудования, Управление техническими системами комплексов, Надежность оборудования комплексов.</p>	
	Вариативная (специализированная) часть	56	<p>Газодинамика стартовых устройств, Проектирование стартовых систем, Проектирование шахтных пусковых установок, Проектирование мобильных установок, Проектирование транспортно-установочного оборудования и средств обслуживания ракет, Эксплуатация пускового оборудования и стартовых сооружений.</p>	ПСК-7.1 – 7.8
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП (3 из 5)	18	<p>Механика пусковых устройств, Гидравлические системы наземного оборудования, Прикладные методы расчетного анализа стартового оборудования, Теплогидравлические системы и оборудование, Системы энергоснабжения и электросиловое оборудование</p>	
	Физическая культура	2		СЛ-7
С.4	Учебная и производственная	30	Учебно-технологический практикум.	П-3 – 6; Т-1 – 4;

	практики		Производственная. Технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-7.1 – 7.8
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-7.1 – 7.8
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.8. Специализация № 8 «Заправочно-нейтрализационное оборудование, системы термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие дисциплины: «Проектирование криогенных систем», «Проектирование систем заправки ракет», «Проектирование систем термостатирования», «Заправочные станции космических аппаратов и разгонных блоков», «Проектирование систем газоснабжения», «Основы эксплуатации оборудования систем заправки, термостатирования, газоснабжения». В результате изучения этих дисциплин студент должен:

знать:

- порядок разработки планов размещения рабочих зон, площадок заправочно-нейтрализационной станции на техническом комплексе, сооружений и систем заправочного оборудования на стартовом комплексе, технологии подготовки и заправки сжатых газов и ракетных топлив, нейтрализации паров и проливов топлива;

- основные виды, типовые конструкции, методы построения функциональных схем, проведения расчетов и выбора основных конструктивных параметров оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и нейтрализации компонентов ракетного топлива и сжатых газов на техническом и стартовом комплексах;

- основные правила обеспечения безопасности при выполнении заправочных операций на площадках заправочно-нейтрализационной станции технического комплекса и заправочных систем стартового комплекса;

- основные виды, типовые конструкции, методы построения функциональных схем, проведения расчетов и выбора основных конструктивных параметров оборудования для термостатирования отсеков ракет, головных блоков, ракетных топлив на техническом и стартовом комплексах;

- порядок разработки планов размещения рабочих зон, площадок криогенных систем, предназначенных для хранения, заправки и подпитки топливных баков ракет криогенными компонентами топлива и криогенными жидкостями на стартовом комплексе;

- основные виды, типовые конструкции, методы построения функциональных схем, проведения расчетов и выбора основных конструктивных параметров оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и подпитки топливных баков ракет криогенными компонентами ракетного топлива и криогенными жидкостями, систем и устройств обеспечения безопасности на площадках криогенных заправочных систем стартового комплекса;

- основные принципы эксплуатации и порядок проведения оценки текущего состояния, основы планирования работ по обслуживанию, методы и приборы контроля технического состояния оборудования систем заправки, термостатирования, газоснабжения технических и стартовых комплексов;

уметь:

- обосновывать и составлять планы размещения рабочих зон, площадок заправочно-нейтрализационной станции на техническом комплексе, сооружений и систем заправочного оборудования, криогенных заправочных систем на стартовом комплексе;
- выбирать технологии подготовки и заправки сжатых газов и ракетных топлив, нейтрализации паров и проливов топлива для выполнения заправочно-сливных операций при подготовке к старту ракет, космических аппаратов и разгонных блоков;
- проводить анализ структуры, синтез комплектующего оборудования, определять технологические параметры, выполнять расчеты для обоснования компоновки, конструктивных параметров оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и нейтрализации компонентов ракетного топлива и сжатых газов на техническом и стартовом комплексах;
- разрабатывать системы и средства обеспечения безопасности при выполнении заправочных операций на площадках заправочно-нейтрализационной станции технического комплекса и заправочных систем, в том числе и криогенных систем заправки стартового комплекса;
- проводить анализ структуры, синтез комплектующего оборудования, определять технологические параметры, выполнять расчеты для обоснования компоновки технологических схем, конструктивных параметров оборудования для термостатирования отсеков ракет, головных блоков, ракетных топлив на техническом и стартовом комплексах;
- проводить анализ структуры, синтез комплектующего оборудования, определять технологические параметры, выполнять расчеты для обоснования компоновки технологических схем, конструктивных параметров оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и подпитки топливных баков ракет криогенными компонентами ракетного топлива и криогенными жидкостями;

- выделять и планировать основные технологические процессы, анализировать эксплуатационные данные с применением оборудования систем заправки, термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов;

- выбирать методы и технические средства контроля для проверки технического состояния ответственных элементов и конструкций, обосновывать и применять методы прогнозирования показателей эффективности оборудования систем заправки, термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов при эксплуатации;

Владеть:

- навыками составления планов размещения рабочих зон, площадок заправочно-нейтрализационной станции на техническом комплексе, сооружений и систем заправочного оборудования на стартовом комплексе, разработки технологии подготовки и заправки сжатых газов и ракетных топлив, нейтрализации паров и проливов топлива;

- навыками выполнения расчетов для обоснования пневмо-гидравлических схем, конструктивных параметров оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и нейтрализации компонентов ракетного топлива и сжатых газов на техническом и стартовом комплексах;

- навыками определения нагрузок, выполнения расчетов общей устойчивости, прочности и жесткости конструкций, анализа структуры и синтеза механизмов для обоснования компоновки пусковых устройств, транспортно-установочного оборудования и агрегатов обслуживания ракет;

- информацией о мерах по обеспечению безопасности при выполнении заправочных операций на площадках заправочно-нейтрализационной станции технического комплекса и заправочных систем стартового комплекса;

- навыками выполнения расчетов для обоснования пневмо-гидравлических схем, конструктивных параметров оборудования для

термостатирования отсеков ракет, головных блоков, ракетных топлив на техническом и стартовом комплексах;

- навыками выполнения расчетов для обоснования схемного построения, конструктивных параметров оборудования для доставки, хранения, подготовки, заправки и подпитки топливных баков ракет криогенными компонентами ракетного топлива и криогенными жидкостями;

- навыками работы с эксплуатационными документами, анализа эксплуатационных данных и прогнозирования с применением пакетов прикладных программ показателей эффективности оборудования систем заправки, термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов;

- навыками планирования эксплуатационных процессов, умением разработки программы обеспечения эксплуатации оборудования систем заправки, термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов составными частями и элементами в течение назначенных показателей долговечности.

Таблица 2.8

Структура основной образовательной программы специализации

№ 8 «Заправочно-нейтрализационное оборудование, системы

термостатирования и газоснабжения технических и стартовых комплексов»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл	44	История, Иностранный язык, Философия, Экономика.	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5
	Базовая часть	30		
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14	Экономика предприятия, Организация и планирование производства, Культурология, Политология, Русский язык и культура речи.	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3-6

	Дисциплины по выбору студента (3 из 5)		Правоведение, Маркетинг, Социология, Валеология, Основы менеджмента	
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Теоретическая механика, Химия, Экология.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5.
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП Дисциплины по выбору студента (3 из 4)	26	Математические основы оптимизации конструкций и систем, Основы теории вероятностей и математической статистики, Твёрдотельное компьютерное моделирование, Прикладные методы расчета и программные комплексы, Уравнения математической физики, Теория механических колебаний, Кратные интегралы, теория поля, ряды, Теория автоматического управления, Математические модели функционирования комплексов, Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление. Системный анализ, Основы теории динамических систем, Теоретические основы метода конечных элементов, Теория поиска и принятия решений.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5; ПСК-8.1, ПСК-8.5
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164 90	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Технология конструкционных материалов, Материаловедение Метрология, стандартизация и сертификация, Теория машин и механизмов, Детали машин, Электротехника и электроника, Безопасность жизнедеятельности, Термодинамика и теплопередача, Газодинамика, Гидрогазоаэродинамика,	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, 5 – 8; НИ-1 – 4, 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1; ПСК-8.3, 8.7

			Введение в специальность, Основы устройства летательных аппаратов, Наземное оборудование ракетных комплексов, Научно-исследовательская работа студента, Тепломассоперенос в наземном оборудовании, Строительная механика в наземном оборудовании, Компьютерное проектирование наземного оборудования, Динамика наземного оборудования, Технология производства наземного оборудования, Оптимизация конструкций и систем наземного оборудования, Управление техническими системами комплексов, Надежность оборудования комплексов.	
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	56	Проектирование криогенных систем, Проектирование систем заправки ракет, Проектирование систем термостатирования, Заправочные станции космических аппаратов и разгонных блоков, Проектирование систем газоснабжения, Основы эксплуатации оборудования систем заправки, термостатирования, газоснабжения.	ПСК-8.1 – 8.8
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП (3 из 5)	18	Температурная подготовка компонентов топлива, Гидропневмопривод и устройства стыковки коммуникаций, Гидромеханика заправочных систем, Пусковое оборудование стартовых комплексов, Системы энергоснабжения и электросиловое оборудование.	
	Физическая культура	2		СЛ-7
С.4	Учебная и производственная	30	Учебно-технологический практикум.	П-3 – 6;

	практики		Производственная. Технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	Т-1 – 4; СЛ-1-5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-8.1 – 8.8
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-8.1 – 8.8
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.9. Специализация № 9 «Эксплуатация стартовых и технических комплексов». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие дисциплины: «Основы проектирования стартовых комплексов», «Основы технической эксплуатации комплексов», «Методы оптимального управления эксплуатацией комплексов», «Эксплуатация пускового оборудования и стартовых сооружений», «Эксплуатация оборудования систем заправки, термостатирования и газоснабжения», «Эксплуатация технологического оборудования технических комплексов». В результате изучения этих дисциплин студент должен:

знать:

- назначение, функционально-технические задачи, основные виды, типовые конструкции, методы построения функциональных схем, проведения расчетов и выбора основных конструктивных параметров оборудования стартовых комплексов;

- основы составления технической и эксплуатационной документации по сервисному обслуживанию технических систем объектов ракетных комплексов;
- методики оценки и прогнозирования работоспособности, приборы технического контроля и диагностики за состоянием конструкций агрегатов и систем стартовых и технических комплексов;
- методы математического моделирования процессов эксплуатации, прогнозирования показателей эффективности, проведения технико-экономического анализа принимаемых решений при проведении регламентных и ремонтно-восстановительных работ оборудования стартовых и технических комплексов;
- основы составления программ обеспечения эксплуатации стартовых и технических комплексов составными частями и элементами в течение назначенных показателей долговечности;

уметь:

- разрабатывать техническую и эксплуатационную документацию на конструкции и системы технических и стартовых комплексов;
- выделять основные структурные элементы технических и стартовых комплексов, описывать взаимосвязи между элементами, планировать эксплуатационные процессы и анализировать эксплуатационные данные оборудования;
- выбирать методы и технические средства неразрушающего контроля для проверки технического состояния оборудования технических и стартовых комплексов;
- обосновывать и применять методы математического моделирования процессов эксплуатации, прогнозирования показателей эффективности, проведения технико-экономического анализа принимаемых решений при проведении регламентных и ремонтно-восстановительных работ оборудования стартовых и технических комплексов;

- применять прикладные программы для оценки и прогнозирования показателей эффективности стартовых и технических комплексов;

Владеть:

- навыками выполнения расчетов для обоснования функциональных схем и конструктивных параметров оборудования стартовых и технических комплексов;
- навыками работы с эксплуатационной документацией, анализа эксплуатационных данных и прогнозирования показателей эффективности, планирования эксплуатационных процессов на техническом и стартовом комплексах;
- выбором методов и технических средств неразрушающего контроля для проверки технического состояния оборудования технических и стартовых комплексов;
- составлением программ обеспечения эксплуатации стартовых и технических комплексов составными частями и элементами в течение назначенных показателей долговечности.

Таблица 2.9

Структура основной образовательной программы специализации №9

«Эксплуатация стартовых и технических комплексов»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл	44	История, Иностранный язык, Философия, Экономика	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5
	Базовая часть	30		
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14	Экономика предприятия, Организация и планирование производства, Культурология, Политология, Русский язык и культура речи.	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ3-6;
	Дисциплины по выбору		Правоведение,	

	студента (3 из 5)		Маркетинг, Социология, Валеология, Основы менеджмента	
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Теоретическая механика, Химия, Экология	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26	Математические основы оптимизации конструкций и систем, Основы теории вероятностей и математической статистики, Твёрдотельное компьютерное моделирование, Прикладные методы расчета и программные комплексы, Уравнения математической физики, Теория механических колебаний, Кратные интегралы, теория поля, ряды, Теория автоматического управления, Математические модели функционирования комплексов, Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление, Системный анализ, Основы теории динамических систем, Теоретические основы метода конечных элементов, Теория поиска и принятия решений	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5; ПСК-9.4
	Дисциплины по выбору студента (3 из 4)			
С.3	Профессиональный цикл	164	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Технология	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, 5 – 8;
	Базовая (общепрофессиональная)	90		

	часть		<p>конструкционных материалов, Материаловедение Метрология, стандартизация и сертификация, Теория машин и механизмов, Детали машин, Электротехника и электроника, Безопасность жизнедеятельности, Термодинамика и теплопередача, Гидрогазоаэродинамика, Введение в специальность, Основы устройства летательных аппаратов, Наземное оборудование ракетных комплексов, Научно-исследовательская работа студента, Тепломассоперенос в наземном оборудовании, Строительная механика в наземном оборудовании, Компьютерное проектирование наземного оборудования, Динамика наземного оборудования, Технология производства наземного оборудования, Оптимизация конструкций и систем наземного оборудования, Управление техническими системами комплексов, Надежность оборудования комплексов</p>	<p>НИ-1 – 4, 6–8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1, ПСК-9.2 – 9.4</p>
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	56	<p>Основы проектирования стартовых комплексов, Основы технической эксплуатации комплексов, Эксплуатация пускового оборудования и стартовых сооружений, Методы оптимального управления эксплуатацией</p>	<p>ПСК-9.1 – 9.8</p>

			комплексов, Эксплуатация оборудования систем заправки, термостатирования и газоснабжения, Эксплуатация технологического оборудования технических комплексов.	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП (3 из 5)	18	Эксплуатация гидравлического оборудования, Эксплуатация системы энергоснабжения и электросилового оборудования, Основы стандартизации в эксплуатации стартовых и технических комплексов, Эксплуатация систем управления и контроля стартовых и технических комплексов, Математическое моделирование процессов эксплуатации.	
	Физическая культура	2		СЛ-7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Производственная. Технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7, ПСК-9.1 – 9.8
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-9.1 – 9.8
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.10. Специализация № 10 «Системы жизнеобеспечения, термостатирования и защиты ракетно-космических комплексов». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие дисциплины: «Объемные машины техники СЖО РКК», «Турбомашины техники СЖО РКК», «Наземные комплексы СЖО РКК» «Теория тепло- и массообмена в СЖО», «Основы теории построения АСЖО», «Расчет и проектирование охлаждающих блоков СЖО», «Теория процессов в блоках СЖО», «Приборы и экспериментальные методы отработки блоков СЖО», Блоки СЖО обеспечения теплового режима», «Процессы химических технологий в аппаратах СЖО», «Физические свойства среды, окружающей СЖО РКК», «Специальные машины и блоки СЖО РКК», «Математическое моделирование работы СЖО», «Энергообеспечение процессов в СЖО», «Надежность и отработка СЖО, систем термостатирования и защиты РКК», «Разделение газожидкостных смесей в условиях невесомости», «Регулирование и автоматизация СЖО РКК, «Высокоскоростные электроприводы и узлы трения машин СЖО РКК».

В результате изучения этих дисциплин студент должен

знать:

- назначение системы жизнеобеспечения (СЖО), систем терморегулирования и способы тепловой защиты ракетно-космических комплексов (РКК);
- тепловой расчет объемного компрессора или детандера, проектирование машины и ее отдельных частей;
- тепловой расчет турбокомпрессора или турбодетандера, проектирование турбомашин и ее отдельных частей;
- назначение наземных комплексов РКК, их расчет и проектирование;
- теорию и расчет тепловых и массообменных аппаратов систем жизнеобеспечения;
- основы теории построения автономных систем жизнеобеспечения (АСЖО) ранцевого типа для различных условий эксплуатации;

- принципы расчета и проектирования охлаждающих блоков (теплообменников) СЖО;
- теорию физических и термодинамических процессов, происходящих в тепло- и массообменных блоках СЖО;
- работу и устройство приборного оборудования и экспериментальные методы обработки полученных экспериментальных данных;
- нагревательные устройства, аккумуляторы теплоты или холода, системы получения безмашинного холода и теплоты;
- методы получения кислорода и питьевой воды на пилотируемом КА, методы утилизации отходов жизнедеятельности человека на борту КА;
- свойства агрессивной среды, окружающей РКК;
- назначение и устройство криогенных газовых машин, их расчет и методы проектирования;
- математические модели непрерывных и дискретных линейных объектов и систем, передаточные функции, частотные характеристики;
- системы энергоснабжения СЖО на КА;
- теоретические методы определения надежности работы изделий и систем СЖО в целом;
- методы разделения газожидкостных смесей в условиях невесомости;
- принцип действия и устройство высокоскоростных (высокочастотных) электроприводов с газовыми подшипниками;

УМЕТЬ:

- сформулировать цель рассматриваемой проблемы, связанной с расчетом и проектированием СЖО различного назначения; разработать физическую и расчетную модель процесса;
- моделировать нелинейные объекты общего вида, анализировать установившиеся и переходные процессы и их устойчивость;

- определять мощность, к.п.д., частоты вращения вала; подбирать и рассчитывать клапаны и определять проходные сечения патрубков, выбирать материалы основных элементов объемной компрессорной или расширительной машины;
- определять мощность, к.п.д., частоту вращения ротора, профилировать лопатки рабочих колес и направляющих аппаратов, выбирать материалы основных элементов компрессорной или расширительной машины;
- рассчитывать основные характеристики циклов работы СЖО, систем термостатирования и защиты РКК, проводить их оптимизацию по давлению, температуре и перераспределению расходов рабочего вещества по машинам и аппаратам;
- составлять схемы устройства АСЖО ранцевого типа и назначения, изображать процессы и циклы машин в различных диаграммах; составлять уравнения материального и теплового балансов и определять из них расчетные величины и характерные параметры; выбирать теплоносители для циклов СЖО;
- обосновывать технические требования к агрегатам, входящим в состав СЖО, выполнять тепловые и прочностные расчеты узлов машин и аппаратов СЖО РКК, формулировать требования к комплектующим изделиям;
- проводить теплофизические и конструктивные расчеты с элементами СЖО, выбирать оптимальные варианты конструкций таких систем на заданные условия работы, выполнять сравнительный анализ машин различных конструкций, согласовывать параметры и характеристики СЖО с другими элементами РКК;
- определять показатели эффективности технологии производства СЖО различных типов, оценивать параметры работы установок при их эксплуатации, вычислять показатели эффективности работы теплообменных аппаратов;

Владеть:

- навыками тепловых и прочностных расчетов, проектированием общего вида объемной компрессорной или расширительной машины и рабочих чертежей отдельных элементов СЖО, систем термостатирования и защиты РКК;
- методами составления расходных и тепловых балансов и определения для них характерных параметров и величин; методикой оценки энергетической эффективности различных типов АСЖО ранцевого типа;
- расчетом тепловых потоков через изоляцию, тепловые мосты, иллюминаторы; определением тепловой нагрузки обитаемого отсека объекта, тепловой нагрузки системы; расчетом эффективности системы и её отдельных блоков и элементов;
- методами составления расходных и тепловых балансов СЖО и определения из них характерных величин и параметров; способами оценки энергетической эффективности протекающих в них процессов; компьютерными программами по расчёту и подбору оборудования; оценкой факторов, влияющих на экологическую безопасность при работе;
- методами экспериментального и теоретического исследования влияния окружающей среды на работу элементов СЖО, физические свойства окружающей среды, анализ условий эксплуатации и устранение неисправностей в работе СЖО; способами расчёта; математическими моделями для анализа тепловых и электрических процессов, протекающих в элементах СЖО и контактирующих с агрессивной окружающей средой; методами защиты СЖО РКК от влияния агрессивной окружающей среды;
- технологией производства и эксплуатацией элементов и блоков СЖО, систем термостатирования и защиты РКК; расчетом производственной оснастки; определением характеристик исследуемых объектов, методами работы с моделями элементов и блоков СЖО; методиками моделирования протекания рабочих процессов в СЖО, системах термостатирования и защиты РКК, методами определения надежности работы СЖО, систем термостатирования и защиты РКК; методиками расчета СЖО на отказ.

Таблица 2.10

Структура основной образовательной программы специализации

№10 «Системы жизнеобеспечения, термостатирования и защиты ракетно-космических комплексов»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл	44	<ol style="list-style-type: none"> 1. История 2. Иностранный язык 3. Философия 4. Экономика 	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3-6; СЛ-5; ПСК-10.7
	Базовая часть	30		
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл	96	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическая геометрия 2. Математический анализ 3. Интегралы и дифференциальные уравнения 4. Линейная алгебра и функции многих переменных 5. Информатика 6. Физика 7. Теоретическая механика 8. Химия 9. Экология 	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5
	Базовая часть	70		
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26		
С.3	Профессиональный цикл	164	<ol style="list-style-type: none"> 1. Начертательная геометрия 2. Инженерная графика 3. Сопротивление материалов 4. Электротехника и электроника 5. Материаловедение 6. Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость 	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, 5 – 8; НИ-1 – 4, 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1;
	Базовая (общепрофессиональная) часть	90		

			<p>7. Технология конструкционных материалов 8. Технология машиностроительной техники 9. Технология машиностроительной техники – проект 10. Детали машин и основы проектирования 11. Детали машин и основы проектирования – проект 12. Теория механизмов и машин 13. Теория механизмов и машин – курс. работа 14. Механика жидкости и газа, ч. 1 и ч. 2. 15. Механика жидкости и газа, ч. 1 – курс. работа 16. Механика жидкости и газа, ч.2 – курс. работа 17. Термодинамика и теория теплообмена 18. Управление техническими системами 19. Основы автоматизированного проектирования (САПР) 20. Безопасность жизнедеятельности 21. Введение в специализацию 22. КНИРС</p>	
	<p>Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией</p>	<p>56</p>	<p>1. Объемные машины техники СЖО РКК 2. Объемные машины техники СЖО РКК – проект 3. Турбомашины техники СЖО РКК 4. Турбомашины техники СЖО РКК – проект 5. Наземные комплексы СЖО РКК 6. Теория тепло- и массообмена в СЖО</p>	<p>ПСК-10.1 – 10.6</p>

			<p>7. Основы теории построения АСЖО</p> <p>8. Расчет и проектирование охлаждающих блоков СЖО</p> <p>9. Теория процессов в блоках СЖО</p> <p>10. Приборы и экспериментальные методы отработки блоков СЖО</p> <p>11. Блоки СЖО обеспечения теплового режима</p> <p>12. Блоки СЖО обеспечения теплового режима - проект</p> <p>13. Процессы химических технологий в аппаратах СЖО</p> <p>14. Физические свойства среды, окружающей СЖО РКК</p> <p>15. Специальные машины и блоки СЖО РКК</p> <p>16. Математическое моделирование работы СЖО РКК</p> <p>17. Энергообеспечение процессов в СЖО РКК</p> <p>18. Надежность и отработка СЖО, систем термостатирования и защиты РКК</p> <p>19. Разделение газожидкостных смесей в условиях невесомости</p> <p>20. Регулирование и автоматизация СЖО РКК.</p> <p>21. Высокоскоростные электроприводы и узлы трения машин СЖО РКК</p>	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и	30	Учебно-	П-3 – 6; Т-1 –

	производственная практики		технологический практикум Технологическая Конструкторско-технологическая Эксплуатационная Преддипломная	4; СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-10.1 – 10.7
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-10.1 – 10.7
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.11. Специализация № 11 «Криотермостатирование ракетно-космических систем». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие дисциплины: «Объемные машины техники систем КТС РКК», «Турбомашины техники систем КТС РКК», «Хранение криогенных компонентов систем КТС в наземных объектах РКК» «Теория тепло- и массообмена в системах КТС», «Общие принципы построения систем КТС РКК», «Расчет и проектирование блоков КТС», «Процессы в криозаправочных системах РКК», «Приборы и экспериментальные методы отработки криогенных блоков систем КТС РКК», «Блоки КТС обеспечения теплового режима», «Основы теории процессов в криогенных системах РКК», «Физические свойства среды, окружающей системы КТС РКК», «Специальные машины и блоки систем КТС РКК», «Математические модели работы систем КТС РКК», «Пневмогидравлические системы криогенных заправочных комплексов РКК», «Надежность и отработка систем криотермостатирования РКК», «Особенности технологии производства и эксплуатации криогенных систем РКК», «Регулирование и автоматизация систем КТС РКК», «Теплообменные аппараты газификационные устройства систем КТС РКК».

В результате изучения этих дисциплин студент должен

знать:

- назначение систем криотермостатирования (КТС) и их отличие от систем термостатирования;
- тепловой расчет объемного компрессора или детандера, проектирование машины и ее отдельных частей;
- тепловой расчет турбокомпрессора или турбодетандера, проектирование турбомшины и ее отдельных частей;
- назначение наземных комплексов ракетно-космических систем, их расчет и проектирование;
- теорию и расчет тепловых и массообменных аппаратов систем КТС;
- основы теории построения автономных систем КТС для различных условий эксплуатации;
- принципы расчета и проектирования охлаждающих блоков (теплообменников) КТС;
- теорию физических и термодинамических процессов, происходящих в тепло - и массообменных блоках КТС;
- работу и устройство приборного оборудования и экспериментальные методы обработки полученных экспериментальных данных;
- нагревательные устройства, аккумуляторы теплоты или холода, системы получения безмашинного холода и теплоты;
- методы получения энергии на пилотируемых и автоматических РКК, методы утилизации отходов от работы систем КТС на борту РКК;
- свойства агрессивной среды, окружающей РКК;
- назначение и устройство криогенных газовых машин, их расчет и методы проектирования;
- математические модели непрерывных и дискретных линейных объектов и систем, передаточные функции, частотные характеристики;
- системы энергоснабжения систем КТС на РКК;

- теоретические методы определения надежности работы изделий и систем КТС в целом;
- методы разделения газожидкостных смесей в условиях невесомости;
- принцип действия и устройство высокоскоростных (высокочастотных) электроприводов с газовыми подшипниками;

уметь:

- сформулировать цель рассматриваемой проблемы, связанной с расчетом и проектированием систем КТС различного назначения; разработать физическую и расчетную модель процесса;
- моделировать нелинейные объекты общего вида, анализировать установившиеся и переходные процессы и их устойчивость;
- определять мощность, к.п.д., частоты вращения вала; подбирать и рассчитывать клапаны и определять проходные сечения патрубков, выбирать материалы основных элементов объемной компрессорной или расширительной машины;
- определять мощность, к.п.д., частоту вращения ротора, профилировать лопатки рабочих колес и направляющих аппаратов, выбирать материалы основных элементов компрессорной или расширительной машины;
- рассчитывать основные характеристики циклов работы систем криотермостатирования РКК, проводить их оптимизацию по давлению, температуре и перераспределению расходов рабочего вещества по машинам и аппаратам;
- составлять схемы устройства автоматических систем КТС в зависимости от их назначения, изображать процессы и циклы машин в различных диаграммах; составлять уравнения материального и теплового балансов и определять из них расчетные величины и характерные параметры; выбирать теплоносители для циклов систем КТС;
- обосновывать технические требования к агрегатам, входящим в состав систем КТС, выполнять тепловые и прочностные расчеты узлов машин и

аппаратов систем КТС РКК, формулировать требования к комплектующим изделиям;

- проводить теплофизические и конструктивные расчеты с элементами систем КТС, выбирать оптимальные варианты конструкций таких систем на заданные условия работы, выполнять сравнительный анализ машин различных конструкций, согласовывать параметры и характеристики систем КТС с другими элементами РКК;

- определять показатели эффективности технологии производства систем КТС различных типов, оценивать параметры работы установок при их эксплуатации, вычислять показатели эффективности работы теплообменных аппаратов;

владеть:

- навыками тепловых и прочностных расчетов, проектированием общего вида объемной компрессорной или расширительной машины и рабочих чертежей отдельных элементов СЖО, систем термостатирования и защиты РКК;

- методами составления расходных и тепловых балансов и определения для них характерных параметров и величин; методикой оценки энергетической эффективности различных типов АСЖО ранцевого типа;

- расчетом тепловых потоков через изоляцию, тепловые мосты, иллюминаторы; определением тепловой нагрузки обитаемого отсека объекта, тепловой нагрузки системы; расчетом эффективности системы и её отдельных блоков и элементов;

- методами составления расходных и тепловых балансов СЖО и определения из них характерных величин и параметров; способами оценки энергетической эффективности протекающих в них процессов; компьютерными программами по расчёту и подбору оборудования; оценкой факторов, влияющих на экологическую безопасность при работе;

- методами экспериментального и теоретического исследования влияния окружающей среды на работу элементов СЖО, физические свойства

окружающей среды, анализ условий эксплуатации и устранение неисправностей в работе СЖО; способами расчёта; математическими моделями для анализа тепловых и электрических процессов, протекающих в элементах СЖО и контактирующих с агрессивной окружающей средой; методами защиты СЖО РКК от влияния агрессивной окружающей среды;

- технологией производства и эксплуатацией элементов и блоков СЖО, систем термостатирования и защиты РКК; расчетом производственной оснастки; определением характеристик исследуемых объектов, методами работы с моделями элементов и блоков СЖО; методиками моделирования протекания рабочих процессов в СЖО, системах термостатирования и защиты РКК, методами определения надежности работы СЖО, систем термостатирования и защиты РКК; методиками расчета СЖО на отказ.

Таблица 2.11

Структура основной образовательной программы специализации

№ 11 «Криотермостатирование ракетно-космических систем»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44 30	История, Иностранный язык, Философия, Экономика	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5; ПСК-11.6
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции многих переменных, Информатика, Физика Теоретическая механика, Химия, Экология	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5;

	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26		ПСК-11.1
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164 90	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Электротехника и электроника, Материаловедение, Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость, Технология конструкционных материалов, Технология машиностроительной техники, Технология машиностроительной техники – проект, Детали машин и основы проектирования, Детали машин и основы проектирования – проект, Теория механизмов и машин, Теория механизмов и машин – курс. работа, Механика жидкости и газа – ч.1 и ч.2. Механика жидкости и газа, ч. 1 - курс. работа, Механика жидкости и газа, ч.2 – курс. работа, Термодинамика и теория теплообмена, Управление техническими системами, Основы автоматизированного проектирования (САПР), Безопасность жизнедеятельности, Введение в специализацию КНИРС	ОП-4,5-7; ПР-1-3,4,5-8; НИ-1 – 4, НИ 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	56	Объемные машины техники систем КТС, Объемные машины техники систем КТС – проект, Турбомашины техники систем КТС РКК, Турбомашины техники	ПСК-11.1 – 11.5

		<p>систем КТС РКК – проект, Хранение криогенных компонентов систем КТС в наземных объектах РКК, Теория тепло и массообмена в системах КТС, Общие принципы построения систем КТС, Расчет и проектирование блоков КТС РКК, Процессы в криозаправочных системах, Приборы и экспериментальные методы отработки криогенных блоков систем КТС РКК, Блоки систем КТС обеспечения теплового режима, Блоки систем КТС обеспечения теплового режима – проект, Основы теории процессов в криогенных системах РКК, Физические свойства среды, окружающей системы КТС РКК, Специальные машины и блоки систем КТС РКК, Математические модели работы систем КТС РКК, Пневмогидравлические системы криогенных заправочных комплексов РКК, Надежность и отработка систем криотермостатирования РКК, Особенности технологии производства и эксплуатации криогенных систем, Регулирование и автоматизация работы систем КТС РКК, Теплообменные аппараты и газификационные устройства систем КТС РКК.</p>	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору	18	

	студента, определяются ООП			
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	ОП -3, 5 – 7; ПР-1 – 3, ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 5; НИ-1 – 5; ОУ-4 – 6, 9; ПСК-11.1 – 11.6
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-1 – 7, МД-1; ПСК-11.1 – 11.6
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.12. Специализация № 12 «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники». В вариативной части цикла С.3 содержатся следующие дисциплины: «Динамика летательных аппаратов», «Строительная механика летательных аппаратов», «Специальные методы формообразования», «Специальные технологические процессы», «Технология функциональных покрытий», «Технология выполнения соединений», «Сборка летательных аппаратов», «Технологические испытания ракетно-космической техники», «Производственные испытания летательных аппаратов», «Технические средства испытаний ракетно-космической техники», «Выходной технологический контроль ракетно-космической техники», «Автоматизация управлением оборудованием и процессами», «Проектирование производственных систем», «Технологическое оснащение производства», «Надежность технологических систем». В результате их изучения обучающийся должен

знать:

- динамические характеристики изделий и конструкций: собственные частоты и формы, декременты колебаний, инерционные и жесткостные коэффициенты, основные случаи нагружения; понятия и методы оценки динамической устойчивости, неустойчивости, автоколебаний, параметрических колебаний, динамические характеристики изделий и элементов конструкции; требования к системе регулирования и стабилизации и их характеристики;
- моментную и приближенные теории оболочек; устойчивость оболочек, пластин и стержней при различных видах нагружения и граничных условиях; проектировочные и поверочные расчёты гладких и подкрепленных оболочек и пластин на прочность и устойчивость в составе ракетных конструкций; расчёт ферменных отсеков, расчёт прочности двигательных установок;
- физико-механические основы поведения конструкционных материалов при формообразовании; принципы проектирования специальных технологических процессов формообразования деталей; особенности специального технологического оснащения; методики расчета: пружинения, потребной силы штамповки, элементов режимов резания, силовые факторы механической обработки, формообразующие инструменты, зажимные приспособления, технологическую оснастку специальных методов формообразования;
- состав, структуру композиционных материалов (КМ); получение и свойства волокнистых наполнителей: стеклянных, арамидных, углеродных, керамических, металлических; характеристики волокнистых КМ; назначение и функционирование композитных конструкций ракетно-космической техники (РКТ); особенности проектирования и конструирования изделий из волокнистых композитов; методы и способы формообразования композитных конструкций РКТ; технологические процессы изготовления изделий из волокнистых КМ, технологическое оборудование и оснастку; методики расчета: механических характеристик КМ, напряженного состояния цилиндрических оболочек, баллонов давления, режимы намотки композитных оболочек;

- технологические и технико-экономические возможности методов нанесения защитных покрытий выбор материалов для напыления и режимов их нанесения; технологические процессы изготовления типовых деталей с напыленными покрытиями; методы испытаний покрытий и оценок работоспособности деталей с покрытиями; параметры оборудования для нанесения покрытий; методы управления свойствами покрытий; восстановление изношенных деталей;

- типовые соединения в РКТ; возможности формообразующих методов при образовании соединений, точность и качество обработки сопрягаемых поверхностей; режимы методов формообразования и соединений;

- методы и погрешности базирования недеформируемых и деформируемых конструкций; формирование систем координат реальных поверхностей, деталей и сборочных единиц; детерминированные модели сопряжения реальных поверхностей и сборки недеформируемых деталей; методы анализа точности технических систем и пространственных размерных цепей; основы имитационного моделирования сборки элементов конструкции; программное обеспечение автоматизированного расчета погрешностей сборки, средства технологического обеспечения для сборки по условиям синтеза и критериям качества; методики расчета: преобразования координат, формирования моделей сборки по сопрягаемым поверхностям; методики моделирования сборочной взаимозаменяемости фланцевых стыков с резьбовыми элементами; положения систем координат отображающих поверхностей; геометрических параметров собранных изделий;

- конструкции летательных аппаратов, их составных частей и систем, основные виды оборудования, используемого в производстве и при испытаниях; назначение допусков на выходные параметры; методики стохастического моделирования погрешностей; градуировки средств и систем измерений с использованием сплайнов; маршрутные и операционные технологические

процессы измерений и испытаний систем; проектирование приспособлений для испытаний;

- величины, характеризующие: параметры тепловых процессов, перегрузок, ускорений, статических и динамических нагрузок, абсолютных и относительных давлений, акустических давлений, действующих на изделия РКТ при эксплуатации; особенности проведения работ на стендах при испытаниях изделий РКТ; особенности формирования технологического процесса испытаний изделий РКТ с учетом стендовой базы, технических и экономических затрат; основы методов обработки результатов испытаний и отчетности по ним; методики представления данных с помощью полиномов разных степеней; определение натекания газовых сред в дефектные элементы конструкции изделия с помощью гелиевых течеискателей; определения статической и динамической прочности конструкции; определение резонансных частот элементов конструкции изделия; основные средства инженерного анализа и способы их использования при проектировании технологии испытаний изделий РКТ;

- параметры тепловых процессов, перегрузок, ускорений, статических и динамических нагрузок, основы теории измерений, особенности функционирования датчиков, технологию установки датчиков, проверку датчиков, методы получения результатов измерений; особенности формирования технологического процесса испытаний изделий РКТ; метод обработки результатов испытаний; методики расчета: точности косвенных измерений; интервалов доверительной вероятности;

- понятия об измерениях, испытаниях, контроле; структуре измерений и испытаний в системе создания летательных аппаратов; стохастическое моделирование погрешностей измерений и испытаний; векторный метод преобразования координат, координатный способ формирования моделей сборки; методики моделирования: положения систем координат отсчётных поверхностей в собранном изделии; инструменты для контроля координат точек поверхностей, для определения координат центра масс, параметров тензора инерции;

технологическая оснастка для контроля геометрических параметров, массы и параметров геометрии масс собранного изделия;

- основные положения и понятия теории управления в технических системах; методы автоматизации технологических и производственных процессов; программирование технологических операций; параметры технологических операций и процессов; построение автоматических линий и гибких производственных систем; точность и производительность; величины характеризующие: уровень автоматизации, гибкости и технологической надежности; экономическую эффективность автоматизации;

- технологические процессы изготовления типовых конструкций летательных аппаратов из металлов и КМ; параметры основного и вспомогательного оборудования, применяемых при производстве изделий; организацию производства, охраны труда, утилизации отходов; частные и интегральные критерии эффективности производственных систем; виды транспортных средств, категории персонала, фонды времени работы оборудования и рабочих, методики расчета: потребного количества оборудования, персонала, площадей, энергетики, грузопотоков, транспортных средств, планировки оборудования участка; силовые и кинематические схемы оборудования и оснащения для технологических процессов изготовления, сборки и испытаний при производстве шпангоутов обечаек и днищ топливных баков и отсеков летательных аппаратов;

- физику отказов технологических систем; математические модели потери работоспособности технологических систем; технологические возможности и параметры различных методов механической обработки; расчет режимов механической обработки;

уметь:

- составить требования к элементам динамической схемы и характеристикам системы управления, выполнять расчеты динамических

характеристик изделия в целом и ее отдельных блоков с применением современных методов расчета;

- проводить силовой анализ конструкции и выбирать расчётную схему; составить схему проектировочных и поверочных расчётов, определить критерии работоспособности;

- выбирать рациональные методы формообразования деталей; назначать технологические режимы и условия проведения технологических процессов формообразования деталей;

- выбирать конструкторско-технологические решения изделий из КМ и обосновывать технологические возможности их изготовления; выбирать требуемый композиционный материал и рациональные методы формообразования конструкции изделия; проектировать технологические процессы изготовления и сборки изделий из волокнистых КМ; выбирать необходимое технологическое оборудование и оснастку для производства изделий из КМ;

- анализировать и классифицировать детали, требующие нанесения покрытий; формировать технические задания на разработку технологических процессов защиты деталей или узлов машин; выбирать или проектировать материалы для защиты детали; определять метод и режимы нанесения покрытий; выбирать приборы контроля и испытания покрытий; оформлять технологические карты на разработанный технологический процесс защиты деталей;

- выбирать инструмент, оснастку, установки, стенды, технологическое оборудование, приборы контроля, режимы их работы для подготовки сопрягаемых поверхностей при сварке, клепке, склеивании и др. видов соединений и получения специальных отверстий;

- разрабатывать алгоритмы анализа структурных схем сборки узлов и агрегатов; проводить оценку погрешностей сборки; выбирать оптимальные схемы базирования и закрепления элементов конструкции, разрабатывать

алгоритмы и математические модели для задач сборки, пользоваться системами автоматизированного расчета параметров и проектирования технологического оснащения;

- проектировать и документировать технологические процессы испытаний, проектировать типовые элементы конструкций для оснащения операций технологического процесса с помощью информационных технологий;

- классифицировать типы стендовых испытательных технологических установок; анализировать различные виды механизмов протекания процессов при проведении определенного вида испытаний; определять и вычислять основные характеристики процесса испытаний, моделирование и имитация процессов;

- анализировать различные виды механизмов протекания процессов при проведении испытаний; выбирать типы датчиков, анализировать схемы построения измерительных систем, моделировать функционирование датчиков, вычислять характеристики полученных результатов;

- формулировать задачи управления операциями механической обработки, формообразования поверхностей деталей, управления операциями сборки; программировать операции для оборудования с системами числового программного управления; производить расчет показателей технологических операций при их автоматизации; разрабатывать алгоритмы управления рабочими процессами;

- анализировать и классифицировать объекты производства, технологические процессы изготовления изделий, основное и вспомогательное оборудование и технологическое оснащение, формировать техническое задание на разработку производственных систем, определять организационно-технологические маршруты движения материальных потоков в производстве; определять требуемое оборудование, численность работающих по категориям, производственные площади, материальные и энергоресурсы;

- разрабатывать силовые и кинематические схемы оборудования и оснащения для технологических процессов изготовления, сборки и испытаний шпангоутов, обечаек и днищ баков и отсеков;

- обосновать физику отказов технологических операций; строить математическую модель потери работоспособности; определить материал и инструменты, технологическую среду и режимы обработки, обеспечивающие требуемую надежность операций; назначать точность конструктивных параметров машин;

Владеть:

- навыками применения расчётных методов к решению задач для основных схем ракет, аналитического и численного расчёта параметров проектируемых конструкций; анализа получаемых теоретических и экспериментальных результатов;

- навыками решения задач проектирования систем обеспечения теплового режима летательных аппаратов и его систем;

- навыками проектирования технологических операций электрохимической, электроэрозионной и ультразвуковой обработки; определения геометрических параметров формообразующей части инструмента;

- навыками определять: конструктивно-технологические параметры композитных конструкций, физико-механические характеристики волокнистых КМ; режимные параметры изготовления композитных изделий;

- навыками рассчитывать режимы нанесения покрытий; оформлять технологические карты и необходимую техническую документацию на разработанный технологический процесс защиты деталей;

- навыками проектирования технологических процессов получения соединений; выбора оборудования, оснастки, инструментов и расчета режимов;

- владения структурой конструкторской и технологической документации, формирования и сопровождения сборочной фазы производства в соответствии с ГОСТ ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП; владения пакетами прикладных программ для

оценки точности сборки и оценке полноты взаимозаменяемости; проводить расчеты основных параметров механизмов, разрабатывать алгоритмы вычислений на ЭВМ для задач анализа и синтеза сборки изделий;

- пакетами прикладных программ, используемыми для проектирования процессов технологических испытаний и технического контроля, а также элементов средств технологического оснащения; проектирования технологических процессов и средств технологического оснащения;

- навыками использования программных комплексов, используемых для проектирования испытаний технологических процессов и элементов средств технологического оснащения; проектирования технологических процессов испытаний и средств технологического оснащения;

- навыками проектирования и расчёта технологических процессов механической обработки, сборки и испытаний;

- расчета количества основного оборудования; потребного количества персонала по категориям; определения формы организации производства на участке и в цехе; определения потребного числа транспортных средств; потребностей цеха в энергоресурсах;

- навыками разработки маршрутных технологических процессов, эскизов технологических процессов операций изготовления, сборки и испытаний шпангоутов, обечаек и днищ баков, отсеков, а также специального технологического оснащения для проектируемых процессов;

- навыками применения универсальных программно-математических продуктов для проведения расчетов на ЭВМ; разработки алгоритмов и программ для решения на ЭВМ задач обеспечения надежности технологических систем и выбора рациональной точности конструктивных параметров машин; обработки полученных результатов.

Таблица 2.12

Структура основной образовательной программы специализации

№ 12 «Производство и технологическая обработка изделий ракетно-космической техники»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44 30	История, Иностранный язык, Философия, Экономика	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции многих переменных, Информатика, Физика, Теоретическая механика, Химия, Экология, Инженерные расчеты на ЭВМ, Инженерно-технологические расчеты на ЭВМ.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5; ПСК-12.1
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26		
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164 90	Введение в специальность, Начертательная геометрия, Инженерная графика, Учебно-технологический практикум, Метрология, стандартизация и сертификация, Сопротивление материалов, Теория механизмов и машин,	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, 5 – 8; НИ-1 – 4, 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1; ПСК-12.1 – 12.4

		<p>Детали машин, Электротехника и электроника, Материаловедение, Технология аэрокосмического машиностроения, Термодинамика и теплопередача, Основы автоматизированного проектирования, Управление в технических системах, Основы устройства летательных аппаратов, Гидрогазоаэродинамика, Проектирование и конструирование летательных аппаратов, Безопасность жизнедеятельности, Научно-исследовательская работа студентов, Двигательные установки летательных аппаратов, Технологическая механика.</p>		
	<p>Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией</p>	56	<p>Динамика летательных аппаратов, Строительная механика летательных аппаратов, Специальные методы формообразования, Специальные технологические процессы, Технология функциональных покрытий, Технология выполнения соединений, Сборка изделий (ЛА), Технологические испытания ракетно-космической техники, Производственные испытания изделий (ЛА), Технические средства испытаний ракетно-космической техники, Автоматизация</p>	<p>ПСК-12.1 – 12.5</p>

			управлением оборудованием и процессами, Проектирование производственных систем, Технологическое оснащение производства	
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-12.1 – 12.6
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-12.1 – 12.6
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.13. Специализация № 13 «Ракетно-космические композитные конструкции». Вариативная часть цикла С.3 содержит следующие дисциплины: «Основы физической химии композитов»; «Строительная механика композитных конструкций»; «Механика композитных сред»; «Производство композитных конструкций»; «Оптимизация композитных конструкций и технологий»; «Основы ракетно-космической техники»; «Научная работа студента»; «Методы формирования инновационной среды»; «Современные проблемы авиа- и ракетно-космической науки, техники и технологии»; «Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов»; «Наноинженерия композитных материалов и конструкций»; «Испытания композиционных материалов и конструкций»; «Оптимизация композитных

конструкций и технологий»; «Теплофизические процессы в композитных конструкциях»; «Информационные технологии в разработке новой технике»; «Работа конструкций в экстремальных условиях». В результате их изучения обучающийся должен

знать:

- терминологию и классификацию композиционных материалов, основные типы армирующих наполнителей и матричных материалов, принципы выбора матрицы и наполнителя в зависимости от методов формообразования, требуемым комплексом свойств и условиями эксплуатации;
- характеристики жесткости тонкостенных многослойных композитов, частоты и формы собственных колебаний композитных стержней, пластин и оболочек;
- основы теории решения задач механики композитных сред и методологии структурного моделирования композиционных материалов;
- типовые технологические процессы изготовления композитных конструкций методами контактного формования, прессованием, намоткой, полтрузией;
- термины и методы выбора оптимальных конструкторско-технологических решения;
- принципы выбора компоновок ракетно-космических систем, Компоновки основных отечественных и зарубежных ракет-носителей, технические характеристики, Функциональное назначение и конструктивное исполнение отсеков летательных аппаратов, их узлов, приборов и агрегатов; основные типы изделий авиационной и ракетно-космической техники;
- конструктивные особенности отечественных и зарубежных многоразовых космических аппаратов, физические свойства околоземного космического пространства, способы тепловой защиты и терморегулирования многоразовых космических аппаратов;

- методики получения, систематизации и обработки нужной технической информации, методики проведения теоретических и экспериментальных исследований в выбранной предметной области;
- виды погрешностей измерений, математическое обеспечение эксперимента, предпланирование и планирование эксперимента, в том числе и в задачах оптимизации;
- основные этапы научных исследований, наиболее эффективные приемы организации рабочего места, ведущие аэрокосмические центры России, США, Европы и Азии, научные школы МГТУ им. Н.Э. Баумана в области механики, материаловедения, теплофизики и ракетно-космической техники;
- специфику инновационных процессов в экономиках различного типа; преимущества и недостатки малых инновационных фирм; модели управления инновационной сферой общества в практике различных государств;
- основные принципы направленного регулирования свойств материалов наноуровня; методы расчёта и технологии изготовления материалов с заранее заданными характеристиками;
- виды и методы испытаний объектов ракетно-космической техники;
- термины и методы математического программирования, программное обеспечение для решения прикладных задач оптимизации композитных конструкций;
- терминологию, классификацию теплонагруженных технических систем, температурные пределы работоспособности термостабильных материалов и конструкций ракетно-космической техники;

уметь:

- выбирать компоненты композиционного материала и прогнозировать пределы самопроизвольного протекания благоприятных и неблагоприятных процессов при совмещении компонентов;

- рассчитывать характеристики жесткости многослойных композитов, анализировать напряженно-деформированное состояние многослойных композитных стержней, пластин и оболочек;
- применять методы механики композитных сред для определения свойств основных типов композитных структур;
- проектировать типовые технологические процессы и обосновывать эффективные конструкторско-технологические решения;
- формулировать задачи оптимизации конструкторско-технологических решений;
- обосновывать выбор основных проектно-баллистических параметров, конструктивно-компоновочной и конструктивно-силовой схем летательного аппарата и его отсеков, оценивать силовые факторы, действующие на летательный аппарат, траекторию его движения в различных системах координат;
- моделировать и оптимизировать компоновочные схемы многоразовых космических аппаратов, оценивать влияние факторов околоземного космического пространства на эксплуатационные свойства и надежность многоразовых космических аппаратов;
- выбирать направление исследований с учетом актуальности, новизны и практической ценности, проводить патентный поиск, обосновывать метод исследования и способы решения поставленных задач, проводить и описывать процесс исследований, формулировать выводы по результатам проведенной работы;
- проводить описание случайных погрешностей, объединять результат неравноточных измерений, проводить статистическую проверку гипотез, планировать эксперимент при регрессионном и дисперсионном анализе;
- выбирать методы и средства проведения научного исследования в заданной предметной области;

- анализировать инновационные системы в различных формах деятельности; проводить стратегическое планирование инновационных процессов; разрабатывать модели управления инновационной деятельностью предприятия;
- проводить наноструктурный анализ металлокомпозитов, углерод-углеродных и других полимерных материалов; обрабатывать результаты структурного анализа на наноуровне и на их основе оптимизировать конструкторско-технологические решения;
- оценивать характеристики композиционных материалов с учетом фактора времени и внешних воздействий;
- использовать на практике методы решения одномерных и многомерных нелинейных задач оптимизации;
- строить расчетную схему теплонагруженной конструкции, анализировать полученные результаты и давать рекомендации по выбору материалов, конструктивных размеров и режимов работы изделий;

Владеть:

- методами количественного компьютерного анализа структур реальных композиционных материалов;
- навыками выбора и обоснования расчетных схем для типовых композитных элементов конструкций;
- навыками расчета механических, теплофизических и диссипативных свойств композиционных материалов;
- навыками разработки типовых технологических процессов при изготовлении изделий из композиционных материалов методами контактного формования, прессованием, намоткой, пултрузией;
- решения задач выбора и оптимизации конструкторско-технологических решений;
- навыками проектного и проверочного расчёта основных параметров ракетно-космической системы;

- навыками моделирования и оптимизации компоновочных схем многоразовых космических аппаратов и оценки влияния факторов околоземного космического пространства на эксплуатационные свойства и надежность многоразовых космических аппаратов;
- навыками использования методов проектного анализа при выборе рациональных типов композитных конструкций с учетом особенностей технологии их производства и условий эксплуатации;
- навыками постановки, проведения и оформления результатов научной работы в выбранной предметной области;
- навыками подготовки научных статей, докладов и презентаций в выбранной предметной области;
- навыками проведения сравнительного анализа инновационных процессов; навыками составления прогнозов и оценки стоимости предприятий малого бизнеса;
- навыками проектирования композитов с заданными характеристиками структурных параметров на наноуровне;
- навыками использования технических средств при проведении испытаний композиционных материалов;
- навыками решения прикладных задач оптимизации композитных конструкций и технологий;
- навыками решения уравнения теплопроводности, использования метода обобщенной проводимости, зонального метода, анализа подобия и размерностей при кондуктивном, конвективном и радиационном теплообмене.

Таблица 2.13

Структура основной образовательной программы специализации

№ 13 «Ракетно-космические композитные конструкции»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоем- кость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды форми- руемых компетенций
------------------	---------------	---	--	--------------------------------------

С.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	44	История, Иностранный язык, Философия, Экономика, Культурология, Правоведение	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5; ОУ-3 – 6; СЛ-5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	30		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96	Аналитическая геометрия, Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Линейная алгебра и функции многих переменных, Информатика, Физика, Теоретическая механика, Химия, Экология, Высшая математика.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 6;
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	70		
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26	Основы физики и технологии композитов, Строительная механика композитных конструкций, Механика композитных сред, Методы формирования инновационной среды, Современные проблемы авиа - и ракетно-космической науки, техники и технологии.	ПСК-13.1 – 13.5
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164	Введение в специальность, Начертательная геометрия, Инженерная графика, Метрология, стандартизация и сертификация, Сопротивление материалов, Теория механизмов и машин, Детали машин, Электротехника и электроника, Материаловедение и технология современных и перспективных материалов, Термодинамика и теплопередача, Основы автоматизированного проектирования, Основы устройства летательных аппаратов, Безопасность жизнедеятельности, Научно-исследовательская работа студентов, Управление в технических	ОП-4, 5 – 7; ПР-1 – 3, 4, 5 – 8; НИ-1 – 4, 6 – 8; ПТ-1 – 5; ОУ-5 – 7; ЭД-1 – 4, 6; ЭК-1;
		90		

			системах, Баллистика и аэродинамика	
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	56	1. Производство композитных конструкций 2. Оптимизация композитных конструкций и технологий 3. Наноинженерия композитных материалов и конструкций 4. Испытания композитных материалов и конструкций 5. Теплофизические процессы в композитных конструкциях 6. Информационные технологии в разработке новой техники 7. Работа конструкций в экстремальных условиях	ПСК-13.1 – 13.5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско-технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ1-5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК-1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-13.1 – 13.6
С.5	Итоговая государственная аттестация	24		П-1 – 6; Т-1 – 4; ОП-4 – 7; ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-13.1 – 13.6
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

6.6.14. Специализация № 14 «Маркетинг и менеджмент в ракетно-космической технике». Вариативная часть цикла С.3 содержит следующие дисциплины: «Основы проектирования и конструирования космических

аппаратов», «Строительная механика», «Конструирование корпусов и агрегатов космических аппаратов», «Прочность конструкций космических аппаратов», «Динамики конструкций космических аппаратов», «Гидроаэроупругость конструкций космических аппаратов», «Управление движением и стабилизация космических аппаратов», «Маркетинг аэрокосмической техники», «Менеджмент аэрокосмической техники», «Психология управления», «Оперативно-производственное управление и планирование», «Учет на предприятии», «Ценообразование», «Основы внешнеторговой деятельности». В результате их изучения обучающийся должен

знать:

- методы определения импульса скорости, методы проведения объемно-массового анализа космических аппаратов, определения необходимого запаса топлива; методы фазирования, способы проведения дистанционного зондирования Земли, выбор высоты полета, методы определения количества спутников, способы построения системы связи с использованием космических аппаратов; методы выведения спутников на геостационарную орбиту; способы построения траекторий спуска; материалы, применяемые для теплозащиты; методы проектирования транспортных кораблей с двигателями малой тяги и электрореактивными двигательными установками;
- теоремы взаимности работ; Кастильяно; Лагранжа; о свойствах собственных частот и форм колебаний; вариационные принципы: принцип возможных перемещений и вариационное уравнение Лагранжа принцип возможных изменений напряженного состояния и вариационное уравнение Кастильяно; смешанный вариационный принцип Рейсснера; величины, характеризующие напряженно-деформированное состояние стержней, пластин и оболочек; физико-механические характеристики материалов; расчетные условия нагружения элементов конструкций космических аппаратов); динамическое поведение конструкций космических аппаратов;
- названия, место приложения и диапазон значений сил, действующих на

летательный аппарат в процессе эксплуатации, основные требования к конструкции корпуса аппарата, постановку задачи проектирования тонкостенных конструкций сухих отсеков летательных аппаратов, виды разъемных соединений, расчетные случаи нагружения шпангоутов, конструктивно-силовые схемы крыльев, расчетная схема и алгоритм определения нормальных напряжений в элементах моноблочного прямого крыла, основные принципы конструирования, автоматизацию конструирования назначение и классификацию КА, силовые факторы, действующие на КА в процессе эксплуатации, эпюры распределения сил и моментов по длине аппарата, методы определения положения центра масс и вычисления моментов инерции, методы выбора силовых схем конструкции отсеков; трехслойные конструкции, особенности конструирования при применении композиционных материалов;

- основные требования по обеспечению прочности КА; расчетные случаи нагружения, основные расчетные схемы различных силовых элементов КА, современные методы решения задач прочности; аналитические решения классических задач, алгоритмы аналитических и численных решений задач прочности: каркасных конструкций космических летательных аппаратов; топливных баков разгонных блоков и космических буксиров; рам и узлов крепления двигателей ЖРД и РДТТ; приборных отсеков; бытовых отсеков; спускаемых аппаратов; стыковочных узлов; солнечных батарей;

- принципы построения и типы систем управления полетом КА, управление ориентацией и стабилизацией КА, реактивные системы стабилизации КА, релейные системы стабилизации с ограниченной информацией, системы стабилизации с гироскопическими исполнительными органами;

- математические модели геометрических элементов, связь аналитической геометрии и компьютерной графики, приложения векторной алгебры и линейной алгебры к задачам графики, основные принципы векторной графики,

основные примитивы векторной графики, организацию базы данных векторного изображения, основные приемы редактирования векторной графики, общие особенности интерфейса программы типа «электронный кульман», стандарты ЕСКД ГОСТ 2.051, 2.052, 2.053, способы построения ЭГМ компоновки, общие особенности интерфейса среды геометрического моделирования, способы построения ЭГМ сборочных единиц, принципы анимации ЭГМ, способы конвертации файлов ЭГМ в различные форматы файлов;

- основные понятия маркетинга; маркетинговая среда организации; стратегические и конъюнктурные приоритеты маркетинга; процесс управления маркетингом; маркетинговые исследования; система маркетинговой информации и методы ее сбора; критерии и методы сегментирования рынка; подготовка аналитического отчета о состоянии рынка; виды и средства рекламы; методы персональных продаж; формы краткосрочного стимулирования; организация оптовой и розничной торговли;

- особенности организации управленческой деятельности; закономерности управления различными системами; основы управления производственно-хозяйственной деятельностью предприятий и предпринимателей; юридические отношения собственности; трудовые отношения на предприятии и особенности управления трудовыми ресурсами; возможности использования информационных технологий в управленческой деятельности; принципы регулирования финансовой деятельности предприятий; факторы эффективности менеджмента; принципы инновационного управления; виды организационных структур PR-компаний;

- психологические основы управления; особенности управления в системе производства; профессионально важные качества личности управленца в системе производства; формы представления информации по психологическому обследованию сотрудника и изучению социально – психологического климата;

- основные методы оперативного планирования; теоретические системы оперативно-производственного планирования; нормативные документы и

порядок постановки и решения задач при оперативном планировании;

- общие принципы построения бухгалтерского учета, этапы бухгалтерского учета; организация бухгалтерского учета на предприятии: порядок проведения инвентаризации; порядок осуществления контроля; классификация документов; оформление операций документами; классификация бухгалтерских документов; виды бухгалтерских документов; составление первичного документа;

- функции цены; стратегии ценообразования; методы установления базовых цен на рынке рекламы. принципы, факторы и методы формирования цен и проведения ценовой политики, порядок формирования цен на основе изучения требований экономических законов рыночной экономики:

- формы и механизм государственного регулирования внешнеэкономической деятельности; сущность внешнеторговых сделок, способы их оформления и порядок оформления внешнеторговых контрактов, специфику совершения сделок на специальных рынках (товарных биржах, аукционах, торгах); систему расчетов во внешней торговле, международные валютно-кредитные операции, валютно-финансовые условия внешнеторговых контрактов и применение этих знаний в практике таможенного контроля; классификацию внешнеторговых документов по группам, современные способы передачи информации на магнитных носителях и с использованием электронных средств связи;

уметь:

- проводить расчет запаса характеристической скорости, определять параметры орбиты фазирования; определять тип топлива и его запас, необходимый для выполнения маневров; выбирать высоту полета спутника ДЗЗ, обеспечивающую заданные параметры наблюдения; определять количество спутников, выбирать тип двигателей коррекции спутника, выбирать тип орбиты спутника связи, рассчитывать площадь солнечных и массу аккумуляторных батарей, вычислять параметры траектории спуска СА в атмосфере,

проектировать теплозащиту и систему мягкой посадки; проектировать космические аппараты с электрореактивными двигателями;

- классифицировать типовые конструкции объектов космической техники с точки зрения их силовых схем и характера нагружения, анализировать результаты расчетов и экспериментов на прочность и колебания. Выполнять проектные расчеты, а так же проверочные расчеты элементов конструкций космической техники с применением метода конечного элемента.

- проводить анализ полетных и наземных случаев нагружения летательного аппарата, выбирать расчетные случаи нагружения применять методы расчета тонкостенных конструкций, вычислять значения критических напряжений потери устойчивости отсека, применять алгоритм метода расчета по разрушающим нагрузкам для проектирования отсеков, подбирать тип фланцевого соединения и определять его геометрическую форму и размеры, применять приближенные методы анализа прочности и устойчивости элементов крыла летательных аппаратов. правильно ставить задачу прочности разрабатывать алгоритмы и программы решения задач прочности анализировать результаты расчета предлагать конструктивные параметры рациональной конструкции;

- выбирать расчетные схемы для анализа динамического поведения различных силовых элементов КА; давать приближенные оценки прочности силовых элементов КА при действии динамических нагрузок; выполнять расчеты на ЭВМ и анализировать полученные результаты;

- выполнять проектировочные и проверочные расчеты динамики конструкций аэрокосмических систем, с учетом взаимодействия упругой конструкции летательных аппаратов с жидкостью и газом;

- определять необходимый состав бортовой аппаратуры, проводить расчеты, определяющие качество и объемно массовые характеристики выбранной системы управления;

- выполнять чертежи деталей и простейших сборочных единиц в

соответствии с требованиями ЕСКД описывать геометрию тела, входящие в компоновку, конвертировать растровую и векторную графику друг в друга, строить электронные чертежи узлов и агрегатов, входящих в компоновку, по бумажному чертежу;

- собирать и использовать рыночную, нормативную и правовую маркетинговую информацию; анализировать состояние рынка; планировать и организовывать проведение маркетинговых исследований на предприятии, пользоваться методами и приемами стратегического маркетингового планирования; применять ситуационный анализ и разрабатывать конкретные варианты, возникающие в деятельности организации; применять методики анализа и контроля реализации маркетинговых планов и программ;

- использовать зарубежный и отечественный опыт управления современными организациями; проводить оценку внешней и внутренней среды организации; планировать и проектировать; управлять коллективом использовать информационные технологии в управленческой деятельности; принимать эффективные решения, управлять персоналом организации; разрешать конфликты, управлять собой; разрабатывать стратегический план предприятия; управлять производственной, финансовой и маркетинговой сферами деятельности предприятия;

- диагностировать и интерпретировать индивидуально-психологические характеристики личности; осуществлять индивидуальное и групповое консультирование по различным формам представленной информации; выбирать методы решения управленческих задач;

- применять на практике полученные знания; определять, к какому типу производства относится та или иная производственная деятельность предприятия и применять для него соответствующую систему оперативного планирования и; анализировать производственную ситуацию и разрабатывать оперативные планы;

- . проводить инвентаризацию, оформлять бухгалтерские документы;

- использовать методы ценообразования в маркетинге рекламного продукта; выбирать наиболее рациональные решения в области ценообразования; проявлять самостоятельность мышления и творческий подход при анализе и оценке конкретных практических ситуаций в ценообразовании и рекламной деятельности;

- применять нормы международных конвенций и соглашений, нормы национального права, регламентирующих внешнеэкономическую деятельность; составлять и обрабатывать необходимые документы на различных этапах экспортно-импортных операций. разрабатывать стратегические и тактические меры повышения конкурентной позиции товара;

Владеть:

- навыками проведения объемно-массового анализа КА различных типов; определения высоты полета спутника ДЗЗ, обеспечивающей заданные условия наблюдения; определения количества спутников ДЗЗ, необходимого для построения системы обзора; определения выбора типа двигательной установки и необходимого запаса топлива, обеспечивающего КА, расчета площади солнечных батарей и массы буферных батарей, расчета параметров электрореактивных двигателей;

- навыками выполнения расчетов балочных и рамных конструкций методами сопротивления материалов и методом конечного элемента. Анализировать напряженно-деформированное состояние пластинчатых и оболочечных элементов конструкций. Работы в операционной системе Windows, программирования на языках Паскаль, Си или FORTRAN 32, использования программных сред Mathcad или Matlab;

- навыками проведения типовых расчётов: проектирование гладкого, стрингерного, лонжеронного, панельного, стержневого отсеков цилиндрической формы, проектирование стыковочного узла с проушинами, проектирование фланцевого соединения, анализ напряженно-деформированного состояния шпангоута, проектирование двухлонжеронного прямого крыла, анализ

напряженно-деформированного состояния корпуса: определения полетных, наземных и аварийных нагрузок, действующих на КА в процессе его эксплуатации; выбора расчетных случаев нагружения;

- навыками получения приближенные аналитические решения прочности, анализировать полученные решения и давать практические рекомендации с учетом современных технологий;

- навыками выбора расчетных схем для анализа с использованием пакетов программ динамического поведения конструкции;

- навыками расчета динамики конструкций и гидроаэроупругого проектирования аэрокосмических систем на жидком топливе, взаимодействующих с окружающей средой применения численного эксперимента в системах «конструкция-среда» с целью выбора наиболее рациональных параметров аэрокосмической системы;

- навыками определения состава аппаратуры, необходимого для реализации выбранного принципа управления полетом аэрокосмической системы и расчетов в необходимом объеме;

- навыками решения задач компоновки космических аппаратов математическими методами, программирования задач построения изображений, получения и редактирования растровых изображений работы в пакете типа «электронный кульман» на уровне пользователя, перевода бумажной документации в электронную работу в конкретной среде геометрического моделирования, построения ЭГМ по чертежам агрегатов и узлов, построения ЭГМ по натурному образцу, построения и редактирования ЭГМ компоновки в конкретной среде;

- навыками сбора и использования рыночной, нормативной и правовой маркетинговой информации; анализа состояния рынка; планирования и организации проведения маркетинговых исследований; стратегического маркетингового планирования; применения ситуационного анализа; применения базовых методик анализа и контроля реализации маркетинговых планов и

программ;

- навыками применения методов и принципов управления; использования основных подходов в управлении; применения инновационных методов стратегического управления; организации автоматизации управленческой деятельности; владения основными категориями рискменеджмента; финансовым механизмом и его структурой;

- методами диагностики личности с учетом специфики организации; способами определения эффективности методов решения управленческих задач;

- навыками проведения инвентаризации, оформления бухгалтерских документов;

- навыками выбора рациональных способов принятия решений в области ценообразования; самостоятельного мышления и творческого подхода при анализе и оценке конкретных практических ситуаций в ценообразовании;

- навыками определения, к какому типу производства относится та или иная производственная деятельность предприятия и применения для него соответствующей системы оперативного планирования; анализа производственной ситуации и разработки оптимальных оперативных планов;

- навыками применения нормы международных конвенций и соглашений, нормы национального права, регламентирующих внешнеэкономическую деятельность; составления и обработки необходимых документов на различных этапах экспортно-импортных операций, разработки стратегических и тактических мер повышения конкурентной позиции товара и фирмы.

Таблица 2.14

Структура основной образовательной программы специализации

№ 14 «Маркетинг и менеджмент в ракетно-космической технике»

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
С.1	Гуманитарный, социальный и	44	Философия, История, Иностранный язык,	П-1 – 4, ОП-1, 2; НИ-5;

	экономический цикл Базовая часть	30	Экономика, Правоведение. Основы инженерной психологии и эргономика	ОУ-3 – 6; СЛ- 5; ПСК-14.1 – 14.4
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14		
С.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	96 70	Математический анализ, Интегралы и дифференциальные уравнения, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра и функции нескольких переменных, Информатика, Физика, Химия, Экология, Теоретическая механика, Теория механических колебаний, Математические основы теплопрочности, Системный анализ изделий ракетно-космической техники, Основы метода параллельных вычислений.	СЛ-4; П-1, 2; ОП-4, 5, 6; ПР-4, 5, 6; НИ-3, 4, 5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	26		
С.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	164 90	Начертательная геометрия, Инженерная графика, Сопротивление материалов, Материаловедение, Технология конструкционных материалов, Теория механизмов и машин, Метрология, стандартизация и сертификация, Безопасность жизнедеятельности, Электротехника и электроника. Термодинамика и теплопередача, Основы устройства ракетно-космической техники, Теория полета и баллистика,	СЛ-4; ОП-1, 2, 6; ПР-1, 6, НИ-5, 6 ПТ-1 – 5; ЭД-2, 6; ЭК-1

			Гидрогазоаэродинамика, Двигательные установки, Технология изделий ракетно-космической техники.	
	Вариативная (специализированная) часть – определяется специализацией	56	Основы проектирования и конструирования аэрокосмической техники, Строительная механика, Конструирование корпусов и агрегатов аэрокосмической техники, Прочность конструкций аэрокосмической техники, Маркетинг аэрокосмической техники, Динамики конструкций аэрокосмической техники, Менеджмент аэрокосмической техники, Гидроаэроупругость конструкций аэрокосмической техники, Управление движением и стабилизация аэрокосмической техники, Психология управления, Оперативно- производственное управление и планирование, Учет на предприятии, Ценообразование, Основы внешнеторговой деятельности.	ПСК-14.1 – 14.4; ПР-1 – 6; НИ-1.1 – 1.5
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	18		
	Физическая культура (и Валеология)	2		СЛ-6, 7
С.4	Учебная и производственная практики	30	Учебно-технологический практикум. Технологическая. Конструкторско- технологическая. Эксплуатационная. Преддипломная.	П-3 – 6; Т-1 – 4; СЛ-1 – 5; ОП-3, 5, 7; ПТ-1 – 5; ЭК- 1 – 7; ОУ-1 – 7; ПСК-14.1 – 14.6
С.5	Итоговая государственная	24		П-1 – 6; Т-1- 4; ОП-4 – 7;

	аттестация			ПР-1 – 8; ПТ-1 – 5; НИ-1 – 8; ОУ-4 – 6; ПСК-14.1 – 14.6
С.6	Общая трудоемкость основной образовательной программы	360		

7. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

7.1. Профилирующие кафедры МГТУ им. Н.Э. Баумана самостоятельно разрабатывают ООП подготовки специалиста, которая включает в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание личности современного инженера – лидера инновационной промышленности и высокое качество профессиональной подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию образовательной технологии, соответствующей целям подготовки специалиста.

Специализации ООП определяются на основе предложений выпускающих кафедр и закрепляются приказом ректора МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Статус национального исследовательского университета определяет необходимость коллективу МГТУ им. Н.Э. Баумана, опираясь на свои славные традиции и высокую Миссию, строить образовательную политику так, чтобы

- предоставить гражданам России (вне зависимости от региона в котором они проживают) равные возможности реализовать в стенах Университета свой творческий потенциал, стремление к исследовательской деятельности;

- подготовить из них элитных специалистов, сочетающих фундаментальную подготовку, со специальными знаниями в сфере техники и технологии, находящимися на передовом рубеже данной области и навыками исследовательской деятельности.

Кафедры обязаны ежегодно анализировать и обновлять основные образовательные программы и внедрять образовательные технологии с учетом

развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана должны быть созданы условия, необходимые для высшего профессионального образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (по слуху), традиция обучения которых в университете берет начало в 1934 году.

Условия, необходимые для высшего профессионального образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (по слуху) должны обеспечивать создание доступной среды в вузе, включающие: здоровьесбережение, физическую доступность корпусов, аудиторий и общежитий университета, информационную и содержательную доступность образовательных программ и их реабилитационное сопровождение.

7.2. В МГТУ им. Н.Э. Баумана должны быть созданы условия для реализации эффективной системы воспитания, предусматривающей не только прямое, непосредственное воздействие на обучающихся, но и косвенное воздействие на условия и факторы воспитательного процесса методами, способствующими совершенствованию структуры и содержания социокультурной среды вуза, которая определяется вузовскими традициями, культурой, системой организации быта, культурного и спортивного досуга студентов.

Действенное влияние на формирование нравственных понятий и убеждений в процессе воспитания должны оказывать преподаваемые социально-гуманитарные дисциплины, посредством которых обучающиеся получают основу для формирования нравственной культуры выпускника.

Воспитание должно базироваться на сложившихся, традициях университета – это, прежде всего, воспитание патриотизма, ибо Университет, его история – это часть истории страны.

В историко-техническом музее МГТУ первокурсников должны знакомить с историей развития Университета, его выдающимися выпускниками и тем

вкладом, который был внесен ими в развитие страны, науки, техники, культуры. Сотрудники фонда музейных экспонатов, насчитывающего более 10 тысяч единиц хранения и около 3 тысяч экземпляров редких книг, должны содействовать выпускникам в усвоении важнейшей патриотической задачи укрепления научно-технического потенциала страны, ее обороноспособности.

Для студентов младших курсов должны быть созданы условия для занятий научно-исследовательской работой на кафедрах, осуществляющих общенаучную и общеинженерную подготовку, а также обеспечено участие в работе студенческих научных кружков, клубах иностранных языков.

Университет должен способствовать развитию научного творчества студентов, совершенствованию их профессиональных навыков через Студенческое научно-техническое общество имени Н.Е. Жуковского, Молодежный космический центр, учебно-научные кружки и семинары, научные конференции, студенческие научно-исследовательские лаборатории, конструкторские бюро, конкурсы, предметные олимпиады университетского, городского и всероссийского уровней, студенческие научно-технические конференции «Студенческая научная весна», научно-инженерные выставки «Политехника».

Профилирующие кафедры должны создавать условия для обеспечения единства учебного, научного, воспитательного процессов, формирования профессиональной и интеллектуальной компетентности, привития вкуса к научно-исследовательской работе, профессиональной этике, гражданской ответственности выпускника за последствия его деятельности.

Уникальные научно-учебные комплексы, интегрирующие широту образовательных программ факультетов и разнообразие форм проведения научных исследований в научно-исследовательских институтах Университета, должны оказывать на обучающихся многогранное воздействие не только посредством профилирующих кафедр, но и кафедр социально-гуманитарного и естественно-математического профиля. Это должно способствовать развитию

диалектического системного мышления студентов, помогать им связывать теорию с реальными проблемами сегодняшнего дня, формировать политическую и правовую культуру, навыки участия в творческих дискуссиях, содействовать выработке активной жизненной позиции, принятию ценностей человека и гражданина.

Исключительную роль в воспитании студентов должны играть преподаватели Университета. Их отношение к работе, к окружающим, высокий профессионализм, эрудиция, самодисциплина, стремление к творчеству, интеллигентность, коммуникабельность, тактичность – должны создавать такую атмосферу между преподавателями и студентами, когда последние становятся равноправными участниками единого процесса образования и воспитания.

В Университете должна быть создана атмосфера для формирования личности преподавателя любящего свою профессию, убежденного в правоте своего профессионального дела и добивающегося успехов в своей специальности, и не только как преподаватель данной дисциплины. Таким образом, подготовленный профессионально и идейно-нравственно преподаватель должен понимать всю масштабность задачи воспитания выпускника, взаимодействия и сотрудничества с ним в сфере их совместного бытия.

Свой авторитет преподаватель должен формировать как интегральную характеристику его профессионального, педагогического и личностного положения в коллективе, которая проявляется в ходе взаимоотношений с коллегами и обучающимися и оказывает влияние на успешность учебно-воспитательного процесса.

Профессорско-преподавательский состав должен играть важнейшую роль в развитии деятельности института кураторов. Работа кураторов не должна идти в разрез со студенческим самоуправлением, не подменять, а дополнять его, образуя единую, демократическую воспитательную систему. Помощь куратора должна быть действенной при взаимодействии студентов со структурными

подразделениями Университета по адаптации первокурсников к вузовским условиям; помощи студентам в решении их социально-бытовых проблем и досуга; формировании в студенческой группе атмосферы доброжелательности, сплоченности и взаимной поддержки; в осознании причастности к единому вузовскому сообществу преподавателей и студентов.

Университет оказывает содействие обучающимся в развитии студенческого самоуправления в соответствии с целями и задачами Студенческого совета, Профсоюзного комитета студентов и других студенческих общественных организаций МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также в соответствии с Уставом, Решениями Ученого совета. Администрация Университета предоставляет органам студенческого самоуправления помещения с необходимой мебелью и оборудованием, а также содействует в организации и проведении культурных, спортивных и иных мероприятий, работе штаба студенческих строительных отрядов.

Долг каждого студента-бауманца – уделять большое внимание своей физической культуре. В Университете должна реализоваться «Комплексная программа здоровьесберегающих технологий и профилактики наркопотребления в образовательной среде МГТУ им. Н.Э. Баумана», в рамках которой приоритет отдается сохранению и укреплению здоровья студентов. С этой целью должны функционировать студенческий санаторий-профилакторий, загородные базы отдыха в Ступино, Петушках и Джан-Тугане, филиал № 4 городской поликлиники № 46 и стоматологическое отделение № 53, а также уникальный Физкультурно-оздоровительный факультет и спортивный комплекс и лаборатория психологической поддержки студентов.

Университет способствует разностороннему развитию обучающихся в многочисленных спортивных секциях кафедры «Физическое воспитание» и самодеятельных творческих коллективах Дворца культуры: Неаполитанский оркестр им. Мисаиловых; Камерный хор «Гаудеамус»; Студенческий хор

«Перпетуум Мобиле»; Театр-студия «Голос»; Танцевальный коллектив «Александр-шоу балет»; Бауманская лига КВН и других.

7.3. Реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: **дискуссионных** (диалог, групповая дискуссия, разбор конкретных ситуаций из практики, проблемные лекции, мастер-классы, анализ результатов работы студенческих исследовательских групп), **практических** (демонстрации, лабораторные опыты, практикумы, коллоквиумы, семинары, презентации, конференции, конкурсы студенческих работ, проекты в малых группах, компьютерные симуляции), **игровых** (деловые и ролевые игры, экспертиза и оценка решений, мозговые штурмы по методу ТРИЗ¹ и его аналогов), **тренинговых** (коммуникативные, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных компетенций обучающихся. Выбор активных и интерактивных форм проведения занятий осуществляется преподавателем на основании личного опыта преподавания в университете и профессиональных компетенций, полученных им на соответствующих программах повышения квалификации.

Внеаудиторная работа должна включать, наряду с очными консультациями, дистанционные формы взаимодействия обучающегося с преподавателем (электронная почта, виртуальные лаборатории и классы, электронные образовательные ресурсы, тематические форумы, вебинары, интернет- и видео-конференции, лаборатории удаленного доступа и т.п.).

В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы отечественных и иностранных экспертов и специалистов, а также активная интеграция в глобальное

¹ ТРИЗ - технология решения изобретательских задач

образовательное пространство, которое все больше и больше становится сетевым.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 30 процентов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 55 процентов аудиторных занятий.

7.4. В учебной программе каждой дисциплины (модуля) должны быть четко сформулированы конечные образовательные результаты обучения в органичной увязке с приобретаемыми компетенциями в целом по ООП специалиста. В учебно-методическом комплексе по дисциплине должны быть в явном виде указаны материалы и инструкции для обязательного предварительного изучения обучающимися по каждой теме с учетом трудоемкости самостоятельной подготовки к занятиям.

Общая трудоемкость дисциплины не может быть менее двух зачетных единиц (за исключением дисциплин по выбору обучающихся). По дисциплинам, трудоемкость которых составляет более трех зачетных единиц, должна выставляться оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

При балльно-рейтинговой организации учебного процесса допускается выставление итоговых оценок по дисциплине на основании баллов, характеризующих рейтинг студента и набранных студентом в течение периода освоения дисциплины за выполнение всех видов учебных работ и проявленные при этом личностные качества.

7.5. Основная образовательная программа подготовки специалиста должна содержать дисциплины по выбору обучающихся в объеме не менее одной трети вариативной части соответствующего ФГОС ВПО суммарно по циклам С.1, С.2 и С.3. Порядок формирования дисциплин по выбору обучающихся устанавливает Ученый совет МГТУ им. Н.Э. Баумана.

7.6. Максимальный объем учебной нагрузки обучающихся не может составлять более 54 академических часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы по освоению основной образовательной программы и факультативных дисциплин, устанавливаемых МГТУ дополнительно к ООП подготовки специалиста и необязательными для изучения обучающимися.

Объем факультативных дисциплин не должен превышать 10 зачетных единиц за весь период обучения.

7.7. Максимальный объем аудиторных учебных занятий в неделю при освоении основной образовательной программы подготовки специалиста в очной форме обучения составляет 28 академических часов. В указанный объем не входят обязательные аудиторные занятия по физической культуре и факультативы.

7.8. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7-10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период.

7.9. Раздел «Физическая культура» трудоемкостью в две зачетные единицы реализуется: при очной форме обучения, как правило, в объеме 400 часов, при этом объем практической, в том числе игровых видов, подготовки должен составлять не менее 360 часов.

7.10. В МГТУ им. Н.Э. Баумана обучающимся обеспечена реальная возможность участвовать в формировании своей программы обучения, включая возможную разработку индивидуальных образовательных программ.

Университет предоставляет возможность студентам при освоении основной образовательной программы пройти обучение по дополнительным профессиональным программам, реализуемым вузом самостоятельно или в партнерстве с работодателями и другими организациями, в том числе на базе IT-академий, центров компетенций ведущих отечественных и зарубежных вендоров.

По итогам успешного обучения студенты имеют возможность получить сертификаты по авторизованным учебным курсам, документы установленного образца о повышении квалификации и/или переподготовки.

По решению Ученого Совета успешно освоенные курсы могут быть включены в состав факультативных дисциплин, дисциплин по выбору профессионального и других циклов, а также, при соответствии результатов обучения, полностью или частично перезачитываться при освоении других дисциплин ООП.

МГТУ им. Н.Э. Баумана поддерживает деятельность IT-академий, центров компетенций ведущих отечественных и зарубежных вендоров (фирмы 1С, Лаборатории Касперского, компаний CISCO, Microsoft, Oracle, EMC, Autodesk, ProTECHNOLOGIES, National Instruments и др.), других форм партнерства (Технопарк Mail.ru Group). Университет обеспечивает обучение и сертификацию преподавателей для ведения занятий в соответствующих IT-академиях. Университет организует доступ студентов к современному оборудованию и программным средствам, образовательному контенту вендоров, способствует участию студентов в конференциях, конкурсах, стажировках, организуемых IT-компаниями.

7.11. Кафедры обязаны ознакомить обучающихся с их правами и обязанностями при формировании ООП подготовки специалиста, разъяснить, что избранные обучающимися дисциплины (модули) становятся для них обязательными.

7.12. ООП подготовки специалиста МГТУ им. Н.Э. Баумана должна включать лабораторные практикумы и/или практические занятия по следующим дисциплинам (модулям) базовой части, формирующие у обучающихся умения и навыки в области: иностранного языка, философии, социологии, истории, экономической теории, экономики и управления производством, математики, физики, химии, экологии, безопасности жизнедеятельности, информационных технологий, теоретической механики, инженерной графики материаловедения,

технологии конструкционных материалов, метрологии, стандартизации и сертификации, электротехники и электроники, гидрогазоаэродинамики, технологии специального машиностроения, а также по дисциплинам (модулям) вариативной части, рабочие программы которых предусматривают цели формирования у обучающихся умений и навыков, в соответствии со специализацией. Доступ к уникальному оборудованию при проведении лабораторных практикумов и/или практических занятий должен предусматривать удалённый доступ к нему, с обеспечением работы студентов и преподавателей Университета как по университетской сети, так и из Глобальной сети Интернет

7.13. Наряду с установленными законодательными и другими нормативными актами правами и обязанностями обучающиеся имеют следующие права и обязанности:

- обучающиеся имеют право в пределах объема учебного времени, отведенного на освоение дисциплин (модулей) по выбору, предусмотренных ООП подготовки специалиста, выбирать конкретные дисциплины (модули);

- при формировании своей индивидуальной образовательной программы обучающиеся имеют право получить на профилирующей кафедре консультацию по выбору дисциплин (модулей) и их влиянию на будущую специальность (специализацию);

- право при переводе из другого высшего учебного заведения при наличии соответствующих документов на перезачет освоенных ранее дисциплин (модулей) на основании аттестации;

- обязанность выполнять в установленные сроки все задания, предусмотренные ООП подготовки специалиста в МГТУ им. Н.Э. Баумана.

7.14. Раздел основной образовательной программы подготовки специалиста «Учебная и производственная практики, научно-исследовательская работа» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую

подготовку обучающихся.

При реализации ООП подготовки специалистов по данной специальности предусматриваются следующие виды практик: первая технологическая, вторая технологическая конструкторско-технологическая, эксплуатационная и преддипломная, а так же учебно-технологический практикум.

Конкретные виды практик определяются ООП подготовки специалиста. Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются кафедрами МГТУ им. Н.Э. Баумана по каждому виду практики.

Практики проводятся в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях Университета (учебная практика), обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Для проведения практик и выполнения курсовых проектов и выпускной квалификационной работы используется материально-техническая, экспериментальная, стендовая база Дмитровского филиала и филиалов университета на базовых предприятиях.

Учебно-экспериментальный кластер Дмитровского филиала ракетно-космической техники.

Демонстрационный зал ракетно-космической техники Дмитровского филиала предназначен для проведения лабораторных занятий, научно-исследовательских работ и практик, проводимых с целью изучения конструкций ракет, пилотируемых и автоматических космических аппаратов, их бортовых систем, а также для довузовской подготовки абитуриентов. В демонстрационном зале содержатся одноступенчатые и многоступенчатые жидкостные и твёрдотопливные ракеты различного назначения, а так же уникальные пилотируемые космические корабли, спускаемые аппараты и автоматические станции.

Зал статико-динамических испытаний предназначен для проведения учебных и научно-исследовательских работ в области ракетно-космической техники, связанных с изучением динамических характеристик натуральных

объектов и моделей космической техники, динамических процессов в крупногабаритных космических конструкциях, исследованием напряжённо-деформированного состояния ракетно-космических конструкций, проведением прочностных испытаний при вибрационном нагружении.

Лаборатория испытания материалов предназначена для исследования сложного напряженно-деформированного состояния при повышенных температурах образцов конструкционных материалов и элементов конструкций из металлических, композитных и керамических материалов, в том числе с добавками наноматериалов.

Учебный класс вычислительной техники для проведения лабораторных работ.

Учебно-производственный кластер Дмитровского филиала ракетно-космической техники.

Технологический блок содержит установки плазменного напыления для получения износостойких, жаростойких, теплопрочных, стойких к агрессивным средам покрытий; установки для изготовления теплоизоляционных изделий на основе минеральных волокон; намоточные станки для производства труб и сосудов давления различного вида из композитов способами сухой и мокрой намотки с последующей термообработкой в электропечах.

Учебные классы по тематике композиционных и теплоизолирующих материалов с образцами материалов и изделий; по технологии сборки и контроля качества с рабочим участком на основе полноразмерного штатного изделия.

Базовые предприятия.

ФГУП ЦНИИМАШ, РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, ОАО «ВПК» Машиностроение, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, ФГУП ЦЭНКИ филиалы НИИ СК им. В.П. Бармина и НИИСК, Космодром «Плесецк», филиал Академии РВСН им. Петра Великого, ОАО Корпорация «Тактическое ракетное вооружение».

Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета и отзыва руководителя практики от предприятия. По итогам аттестации выставляется оценка.

Разделом учебной практики может являться научно-исследовательская работа обучающегося. В случае ее наличия при разработке программы научно-исследовательской работы Университет предоставляет возможность обучающимся:

- изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;
- участвовать в проведении научных исследований или выполнении технических разработок;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);
- принимать участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий;
- составлять отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию);
- выступить с докладом на конференции.

7.15. Реализация ООП подготовки специалиста обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью.

Доля преподавателей кафедр, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по конкретной основной образовательной программе, должна быть не менее 65 процентов, ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора должны иметь не менее 11 процентов преподавателей.

Преподаватели профессионального цикла должны иметь базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины.

Не менее 70 процентов преподавателей (в приведенных к целочисленным значениям ставок), обеспечивающих учебный процесс по профессиональному циклу, должны иметь ученые степени или ученые звания, при этом ученые степени доктора наук или ученое звание профессора должны иметь не менее 13 процентов преподавателей.

К образовательному процессу должно быть привлечено не менее пяти процентов преподавателей из числа действующих руководителей и работников профильных организаций, предприятий и учреждений.

До 10 процентов от общего числа преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание может быть заменено преподавателями, имеющими стаж практической работы по данному направлению на должностях руководителей или ведущих специалистов более 10 последних лет.

Общее руководство содержанием теоретической и практической подготовки по специализации должно осуществляться штатным научно-педагогическим работником МГТУ, имеющим ученую степень доктора или кандидата наук и/или ученое звание профессора или доцента, стаж работы в образовательных учреждениях высшего профессионального образования не менее трех лет. К общему руководству содержанием теоретической и практической подготовки по специализации может быть привлечен высококвалифицированный специалист в соответствующей сфере профессиональной деятельности.

7.16. ООП подготовки специалиста обеспечивается учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (модулей) должно быть представлено в сети Интернет и в системе управления учебным процессом «Электронный университет».

Внеаудиторная работа обучающихся сопровождается методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Университет обеспечивает каждого обучающегося основной учебной и учебно-методической литературой, методическими пособиями, необходимыми для организации образовательного процесса по всем дисциплинам реализуемых образовательных программ.

Фонд библиотеки включает в свою структуру основной фонд, фонд редких книг, фонд художественной литературы, а также учебные фонды. Научная библиотека МГТУ им. Н.Э.Баумана одна из крупнейших вузовских библиотек. Фонд библиотеки насчитывает более 2,7 миллионов единиц хранения, представляет собой наиболее полное собрание отечественных и зарубежных изданий учебной и научной литературы, неопубликованных, аудиовизуальных и электронных документов. Важная часть фонда – собрание отчетов и диссертаций, выполненных учеными МГТУ.

Абонементы и читальные залы библиотеки имеют специализированные фонды – учебные, включающие в свой состав издания, рекомендованные кафедрами вуза для обеспечения учебного процесса. Учебные фонды формируются в соответствии с ООП вуза, учебными планами и нормами книгообеспеченности.

Учебный фонд основной литературы должен быть укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной литературы по дисциплинам базовой части всех циклов, изданными за последние 10 лет (для дисциплин базовой части гуманитарного, социального и экономического цикла – за последние пять лет), из расчета не менее 50 экземпляров таких изданий на каждые 100 обучающихся.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечивает выпуск на высоком научном, методическом и полиграфическом уровне учебников, учебных пособий, монографий, справочников и методических указаний для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также системы технических университетов и вузов, в

том числе продолжает развитие серий учебных пособий по направлениям «Математика в техническом университете», «Механика в техническом университете», «Информатика в техническом университете», «Физика в техническом университете» и другие.

Все учебно-методические пособия, издающиеся в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана в бумажном виде, размещаются на сайте библиотеки в электронном виде.

Фонд дополнительной литературы содержит учебную литературу из расчета 20-25 экземпляров на каждые 100 обучающихся, а также включает в себя официальные, справочно-библиографические и периодические издания. Фонд периодики представлен отраслевыми изданиями, соответствующими профилями подготовки кадров, а также, центральными и местными общественно-политическими изданиями.

На весь период обучения университет обеспечивает учащихся доступом к авторитетным мировым источникам научной информации – периодическим изданиям, справочно-библиографическим, реферативным, специализированным БД – отвечающим информационным потребностям по всем направлениям подготовки.

Для работы с электронными ресурсами все обучающиеся обеспечены возможностью выхода в Интернет в помещениях читальных залов библиотеки как со стационарных компьютеров, так и с мобильных устройств по технологии Wi-Fi.

Каждому обучающемуся предоставляется возможность индивидуального неограниченного доступа к лицензионным учебным и научным материалам в электронном виде из любого места, в котором имеется доступ к Интернет, без ограничения помещениями, территорией, в любое время, с использованием предоставленного ему логина и пароля или иных средств персональной идентификации, если иное не оговорено лицензионными соглашениями с правообладателем.

Университет обладает Автоматизированной библиотечной системой собственной разработки. Все обучающиеся имеют возможность на WEB-сайте библиотеки воспользоваться поисковой системой по БД библиографических записей (Электронный каталог), получить информацию обо всех доступных ресурсах, сделать удаленный заказ на получение изданий из фондов библиотеки, получить консультацию через обратную связь. Подписка на рассылку новостей дает читателям возможность получить информацию о проводимых мероприятиях и тестовых доступах к новым ресурсам.

Все читальные залы оснащены информационными киосками для доступа к WEB-сайту библиотеки.

Использование информационных материалов, а также оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными вузами и организациями осуществляется с соблюдением требований законодательства Российской Федерации об интеллектуальной собственности и международных договоров Российской Федерации в области интеллектуальной собственности.

Все обучающиеся имеют возможность принять участие в научно-практических семинарах и тренингах с представителями ведущих мировых издательств, организованных в библиотеке. В результате они приобретают навыки использования современных технологий для поиска и обработки информации по профилю деятельности в глобальных компьютерных сетях, в специализированных информационных ресурсах и библиотечных фондах, в иных источниках информации; могут ориентироваться в рейтингах научных периодических изданий; получают представление о наукометрической составляющей количества публикаций и их цитирования, что должно мотивировать обучающихся к оформлению результатов своих исследований в виде научных статей и их публикации в рейтинговых научных периодических изданиях.

Учебно-методическое обеспечение преподаваемых дисциплин должно предусматривать использование современных технологий обучения и включать

средства современных компьютерных форм обучения. В Университете должен быть обеспечен доступ преподавателей к инструментальным средствам создания учебников и учебных пособий, создан портал для поддержки дистанционного доступа студентов и преподавателей к уникальным физическим и виртуальным лабораторным установкам и стендам, а также к учебным и методическим материалам для поддержки удаленных сетевых практикумов на уникальных лабораторных стендах МГТУ им. Н.Э. Баумана и других университетов, а также на экспериментальных установках базовых предприятий.

7.17. Финансовое обеспечение реализации основных образовательных программ МГТУ им. Н.Э. Баумана в соответствии с образовательными стандартами, самостоятельно устанавливаемыми университетом, производится в пределах средств субсидии на выполнение государственного задания на оказание государственных услуг в сфере образования. Размер субсидии на выполнение государственного задания на оказание государственных образовательных услуг определяется в соответствии с нормативными затратами на реализацию ООП ВПО по специальностям (направлениям подготовки) на единицу государственной услуги в соответствии с методикой расчета, утвержденной Министерством образования и науки Российской Федерации и с учетом особенностей построения и реализации образовательных стандартов, самостоятельно устанавливаемых университетом.

7.18. МГТУ им. Н.Э. Баумана, реализующее основные образовательные программы подготовки специалиста, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом Университета и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально необходимый для реализации образовательной программы подготовки специалистов перечень материально-технического обеспечения включает в себя: лаборатории и специально оборудованные кабинеты и аудитории для проведения занятий в области иностранного языка, физики, химии, экологии, безопасности жизнедеятельности, информационных технологий, теоретической механики, инженерной графики, технической механики, материаловедения, технологии конструкционных материалов, метрологии, стандартизации и сертификации, электротехники и электроники, механики жидкости и газа, основ проектирования, основ технологии машиностроения, а также по дисциплинам (модулям) вариативной части в соответствии со специализацией подготовки специалиста.

Для проведения лабораторной, практической и научно-исследовательской работы используется материально-техническая, экспериментальная, стендовая база Дмитровского филиала и филиалов университета на базовых предприятиях (см. выше).

При использовании электронных тренажеров, дистанционного тестирования со специальным программным обеспечением, виртуальных лабораторий в МГТУ им. Н.Э. Баумана гарантируется обеспечение каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

Для обеспечения эффективного доступа студентов, аспирантов и преподавателей к виртуальным информационным ресурсам университета проводится постоянная модернизация транспортной системы корпоративной сети МГТУ им. Н.Э. Баумана с учетом динамики роста пропускной способности сегментов и транзитных узлов сети на всех её иерархических уровнях (магистраль, уровень распределения и уровень доступа). На уровне ядра транспортной системы и уровне распределения осуществлен переход от каскадных подключений по витой паре к оптоволоконным подключениям, что

повысило не только общую производительность корпоративной сети, но и безопасность и надежность её работы, а также информационную защищенность.

На уровне доступа транспортной системы корпоративной сети МГТУ им. Н.Э. Баумана использование Wi-Fi предопределяет завершение покрытия территории университета надлежащими управляемыми точками беспроводного доступа к корпоративной сети с предотвращением возможности несанкционированного доступа. Переход на беспроводной доступ компьютеров пользователей в сочетании с технологиями DHCP и NAT дает возможность обеспечения доступа практически неограниченного числа пользователей корпоративной сети Университета.

Специализированные классы переведены на современный уровень организации IT-инфраструктур, базирующийся на использовании виртуальных локальных и общеуниверситетских ресурсов с предпочтительной заменой персональных компьютеров «тонкими» клиентами и мобильными устройствами современной линейки.

МГТУ должен располагать необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Информационное сопровождение учебного процесса обеспечивается центральным интернет-порталом и отдельными сайтами структурных подразделений Университета, что гарантирует для студентов открытость и доступность информации:

- о структуре Университета;
- о реализуемых образовательных программах с указанием численности обучающихся за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета и по договорам об образовании за счет средств физических и (или) юридических лиц;
- об образовательных стандартах;
- о персональном составе педагогических кадров с указанием образовательного ценза, квалификации и опыта работы;

- о материально-техническом обеспечении и оснащенности образовательного процесса (в том числе о наличии библиотеки, объектов спорта, средств обучения, условиях питания и медицинского обеспечения, доступе к информационным системам и информационно-телекоммуникационным сетям, электронных образовательных ресурсах, доступ к которым обеспечивается обучающимся);

- о направлениях научно-исследовательской деятельности и научно-исследовательской базе для ее проведения; о результатах приема по каждой специальности и направлению подготовки высшего профессионального образования по различным условиям приема с указанием средней суммы набранных баллов по всем вступительным испытаниям;

- о количестве вакантных мест для приема (перевода) по каждой образовательной программе (на места, финансируемые за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, а также по договорам об образовании за счет средств физических и (или) юридических лиц);

- о наличии и условиях предоставления обучающимся стипендий, мер социальной поддержки; о наличии и количестве мест в общежитии для иногородних обучающихся, формировании оплаты за проживание в общежитии;

- о действующей лицензии на осуществление образовательной деятельности и свидетельства о государственной аккредитации (с приложениями);

- о результатах последнего самообследования, проводимого в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования;

о порядке оказания платных образовательных услуг, включая образец договора об оказании платных образовательных услуг, с указанием стоимости платных образовательных услуг и другой информации.

7.20. МГТУ им. Н.Э. Баумана содействует развитию международного образовательного и научного сотрудничества, международной академической мобильности обучающихся, преподавателей, научных и иных работников, экспорту Российского образования, участвует в соответствии с международными договорами Российской Федерации в деятельности различных международных объединений в сфере образования, в частности Сетевом университете СНГ, Ассоциации технических университетов России и Китая, Университете ШОС, сети кафедр ЮНЕСКО.

МГТУ им. Н.Э. Баумана принимает участие в международном сотрудничестве в сфере образования посредством заключения договоров по вопросам образования с иностранными организациями и гражданами и в иных формах, том числе по следующим направлениям:

- разработка и реализация международных образовательных и научных программ;
- направление обучающихся, преподавателей и научных работников Российской Федерации в иностранные образовательные и научные организации, а также прием иностранных обучающихся, педагогических и научных работников в Университет в целях обучения, повышения квалификации и совершенствования научной и педагогической деятельности, в том числе в рамках международного академического обмена;
- участие в сетевых формах реализации образовательных программ.

"Управление международных связей" МГТУ им. Н.Э. Баумана содействует студентам в получении стипендий университетов, фондов, компаний, правительств государств на обучение в ведущих зарубежных вузах, оформлении соответствующих документов на обучение; информирует студентов о проводимых международных конференциях, конкурсах на получение стипендий и международных программах студенческого обмена с целью интеграции в международное образовательное пространство, использования мировых образовательных ресурсов.

МГТУ им. Н.Э. Баумана ставит своей целью обеспечить студентам открытый доступ к ведущим мировым научным школам для приобретения высочайшей квалификации по выбранному ими направлению подготовки. При этом Университет развивает различные формы академической мобильности: выездные конференции, семинары, лекции; практики и стажировки; трудовые и учебные договора.

8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТА

8.1. МГТУ им. Н.Э. Баумана гарантирует обеспечение качества подготовки, в том числе путем:

разработки стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников с привлечением представителей работодателей;

мониторинга, периодического рецензирования образовательных программ; участия в процедурах общественной аккредитации вузов и профессионально-общественной аккредитации основных образовательных программ в отраслевых аккредитационных структурах работодателей и международных аккредитационных институтах;

разработки объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников;

обеспечения компетентности преподавательского состава;

регулярного проведения самообследования по согласованным критериям для оценки деятельности (стратегии) и сопоставления с другими образовательными учреждениями с привлечением представителей работодателей и профессионального экспертного сообщества;

информирования общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях.

Важным условием повышения эффективности учебного процесса и качества образования является получение данных о ритмичности работы студентов над учебным материалом, регулярности проведения контрольных

мероприятий, эффективности промежуточных и итоговых аттестаций в реальном масштабе времени. В МГТУ им. Н.Э. Баумана эффективный контроль реализации образовательного стандарта должен осуществляться посредством применения современных информационных технологий, реализованных в системе управления учебным процессом «Электронный университет». С помощью этой системы в режиме реального времени осуществляется контроль посещения занятий студентами, выполнение лабораторных работ, выполнение самостоятельных работ, домашних заданий, курсовых и дипломных работ и проектов, а также итоговой аттестации по каждой дисциплине. Электронная система управления должна оперативно предоставлять информацию кураторам студенческих групп, определять рейтинг каждого студента в группе и на курсе, обеспечивать информацией личный кабинет студента, с помощью аналитической подсистемы производить анализ данных с целью поиска оптимальных вариантов организации учебного процесса и управления самостоятельной работой студентов.

Качество итоговой аттестации, ее всесторонний анализ с точки зрения различных факторов, влияющих на итоговые результаты, аналитическая обработка данных за несколько лет опирается на информационные массивы накопленных в «Электронном университете» данных и информационную аналитическую систему.

8.2. Оценка качества освоения основных образовательных программ подготовки специалиста включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся на основе балльно-рейтинговой системы и итоговую государственную аттестацию выпускников.

8.3. Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по каждой дисциплине доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца обучения.

График проведения контроля знаний, результаты промежуточного и итогового контроля доступны студентам через Интернет и через его личный кабинет.

8.4. Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП подготовки специалиста (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация) создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

В Университете созданы условия для максимального приближения программ текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности – для чего, кроме преподавателей конкретной дисциплины, в качестве внешних экспертов активно привлекаются работодатели, представители деловой общественности и преподаватели, читающие смежные дисциплины.

8.5. Обучающимся, предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса в целом, а также работы отдельных преподавателей.

8.6. Итоговая государственная аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы (ВКР) (дипломного проекта или дипломной работы). Государственный экзамен вводится по решению ученого совета Университета.

Требования к содержанию, объему и структуре ВКР, а также требования к государственному экзамену (при наличии) определяются Положением о ВКР МГТУ им. Н.Э. Баумана и развивающими его методическими разработками профилирующих кафедр по каждой конкретной специальности.

9. СОСТАВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ АКАДЕМИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РАБОТОДАТЕЛЕЙ, ПРИНИМАВШИХ УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЕРТИЗЕ СТАНДАРТА СПЕЦИАЛИСТА

9.1. Состав группы разработчиков образовательного стандарта:

Доцент кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н. В.П. Печников.

Доцент кафедры «Аэрокосмические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н. В.В.Зеленцов

Профессор кафедры «Стартовые ракетные комплексы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н. В.В. Чугунков

Президент и генеральный конструктор ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева», член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э. Баумана В.А. Лопота

Доцент кафедры «Технологии ракетно-космического машиностроения» МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н. Л.А. Кашуба

Заведующий кафедрой «Ракетно-космические композитные конструкции» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н. С.В. Резник

Профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н. Г.В. Малышева

Профессор кафедры «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н. Ю.В. Пешти

9.2. Состав группы экспертов образовательного стандарта:

Заместитель Генерального Директора по кадрам ФГУП «Государственный космический научно- производственный центр им. М.В. Хруничева»	Е.М.Караченков
Начальник Серпуховского Военного института ракетных войск, генерал-майор	А.Д. Коннов
Главный конструктор по направлениям специальной тематики филиала ФГУП «ЦЭНКИ» - «КБ Мотор», профессор, д.т.н.	А.И. Забегаев
Начальник «Центра наземных испытаний и экспериментальных исследований» ОАО «НПО Молния» профессор, д.т.н.	В.П. Тимошенко
Проректор по учебно-методической работе МГТУ им. Н.Э. Баумана	С.В. Коршунов
Начальник Управления образовательных стандартов и программ	Д.В. Строганов