

**ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «USTEM Academy»**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**курса повышения квалификации**

**«Space Lab: ракетостроение и спутникостроение в образовании»**

**Астана, 2026**

## 1. Общие положения

Образовательная программа курса повышения квалификации педагогов «Space Lab: ракетостроение и спутникостроение в образовании» (далее — Программа) разработана в соответствии с приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 4 мая 2020 года № 175 «Об утверждении Правил разработки, согласования и утверждения образовательных программ курсов повышения квалификации педагогов». Программа направлена на повышение профессиональных компетенций слушателей в области применения аэрокосмических технологий, модельного ракетостроения, спутникостроения, STEM-подходов и проектного обучения в условиях цифровой трансформации образования, развития инженерного мышления и усиления требований к формированию функциональной, естественно-научной и технологической грамотности обучающихся.

Основанием для разработки Программы являются Государственные общеобязательные стандарты образования, утвержденные приказом Министра просвещения Республики Казахстан от 3 августа 2022 года № 348, а также типовые учебные программы, утвержденные приказом Министра просвещения Республики Казахстан от 16 сентября 2022 года № 399.

ГОСО ориентирует содержание образования на формирование у обучающихся функциональной грамотности, ключевых и предметных компетенций, способности применять знания в учебных и жизненных ситуациях. В этой связи ракетостроение и спутникостроение являются эффективными практико-ориентированными инструментами, позволяющими связать теоретические знания с реальным действием: обучающиеся рассчитывают траекторию полета, моделируют конструкцию, изготавливают и собирают аппарат, программируют сбор данных, проводят запуск и анализируют полученную телеметрию.

Типовые учебные программы по общеобразовательным предметам и курсам по выбору предусматривают развитие логического, исследовательского, проектного и технологического мышления обучающихся. Содержание аэрокосмического направления напрямую связано с данными направлениями, поскольку объединяет физику, математику, информатику, географию, естественно-научные знания, техническое творчество и командную проектную деятельность. Поэтому ракетостроение и спутникостроение в рамках данной Программы рассматриваются не только как техническое направление, но и как методический ресурс для реализации междисциплинарного, деятельностного и проектного подходов в обучении.

Особенность аэрокосмического направления состоит в том, что оно позволяет наглядно продемонстрировать обучающимся практическую значимость школьного курса физики. Законы Ньютона, кинематика, динамика, аэродинамическое сопротивление, понятие импульса, работа и энергия перестают быть абстрактными формулами и становятся инструментом принятия инженерных решений: от выбора двигателя и расчета устойчивости до определения площади купола парашюта и оценки высоты апогея. Аналогично в спутникостроении обучающиеся применяют знания об электрических цепях, датчиках, обработке данных и радиосвязи при создании реально работающего аппарата.

Целевая аудитория Программы — педагоги организаций среднего, технического и профессионального, послесреднего, дополнительного образования, а также педагоги, реализующие или планирующие реализовывать занятия, кружки, факультативы, проектные и практико-ориентированные курсы по физике, естествознанию, информатике, робототехнике, STEM и аэрокосмическому направлению.

Актуальность Программы обусловлена потребностью в подготовке педагогов к организации образовательного процесса, в котором обучающиеся не только усваивают теоретический материал, но и анализируют задачу, предлагают техническое решение, проектируют конструкцию в цифровой среде, изготавливают и собирают аппарат, проводят испытание, оценивают результат и совершенствуют решение по итогам полета.

Потребность в разработке Программы также подтверждается результатами анализа профессиональных запросов педагогов. Анализ показал необходимость усиления методической и практической подготовки педагогов по вопросам организации занятий по аэрокосмическому направлению, обеспечения безопасности при работе с модельными ракетными двигателями и электронными компонентами, разработки практических заданий, оценивания результатов обучающихся, сопровождения проектной деятельности и подготовки обучающихся к аэрокосмическим соревнованиям.

Содержание Программы соотносится с общегосударственными приоритетами Республики Казахстан, закрепленными в стратегических и нормативных документах в сфере образования, цифровизации и профессионального развития педагогов. В Концепции развития дошкольного, среднего, технического и профессионального образования Республики Казахстан на 2023—2029 годы определены задачи повышения качества образования, развития человеческого капитала, совершенствования содержания образования, укрепления практической направленности обучения, формирования функциональной грамотности и повышения профессионального потенциала педагогов. Программа отвечает данным задачам, поскольку направлена на подготовку педагогов к организации занятий, основанных на практической деятельности, исследовании, инженерном расчете и решении технических задач.

Отдельное значение для Республики Казахстан имеет развитие космической отрасли. Наличие национальной космической инфраструктуры, предприятий по сборке и испытанию космических аппаратов, задач дистанционного зондирования Земли и спутниковой связи формирует запрос на раннюю профессиональную ориентацию обучающихся в аэрокосмической сфере. Подготовка педагогов, способных вести занятия по ракетостроению и спутникостроению, является одним из условий формирования кадрового резерва отрасли и повышения интереса обучающихся к инженерным специальностям.

Значимым направлением государственной политики является развитие цифровых и технологических компетенций. В рамках Программы это направление реализуется через освоение слушателями систем инженерного моделирования и симуляции полета, параметрического трехмерного проектирования, программирования микроконтроллеров, работы с датчиками, данными телеметрии и цифровыми моделями. При этом цифровые инструменты рассматриваются не как самоцель, а как средство достижения образовательных результатов, развития самостоятельного мышления обучающихся, анализа данных, проектной деятельности и технического творчества.

Профессиональный стандарт педагога ориентирует педагогическую деятельность на планирование образовательного процесса, разработку учебно-методических материалов, применение современных педагогических подходов, оценивание результатов обучающихся и учет их индивидуальных особенностей. Программа отвечает данным требованиям, так как формирует у слушателей практические умения проектировать занятия по аэрокосмическому направлению, разрабатывать задания разного уровня сложности, организовывать безопасную практическую и командную работу, сопровождать проектную деятельность и оценивать процесс и результат работы обучающихся.

Связь Программы с мировыми трендами определяется развитием STEM-образования, проектного и исследовательского обучения, цифровой педагогики и образовательных космических программ. В инициативе OECD Future of Education and Skills 2030 и последующих материалах OECD о будущем образования подчеркивается значимость знаний, навыков, отношений и ценностей, необходимых обучающимся для жизни и деятельности в XXI веке, а также способность обучающихся действовать самостоятельно, принимать решения и применять знания в изменяющихся условиях. Аэрокосмическое направление соответствует этому подходу, поскольку обучающийся не получает готовую информацию, а создает техническое решение, проверяет его в реальном полете, корректирует действия и отвечает за результат командной работы.

В международной практике STEM-образование рассматривается как подход, объединяющий науку, технологии, инженерное мышление и математику через решение практических задач. Ракетостроение и спутникостроение являются одними из наиболее целостных прикладных инструментов такого подхода, поскольку соединяют расчет, конструирование, цифровое моделирование, изготовление, программирование, эксперимент, анализ данных и командную работу в рамках одного проекта. Проектное обучение реализуется здесь через полный инженерный цикл: постановка задачи, разработка идеи, расчет и моделирование, изготовление конструкции, интеграция полезной нагрузки, испытание, анализ телеметрии и улучшение решения.

Мировая практика аэрокосмического образования тесно связана с конкурсным и соревновательным движением. Международные форматы CanSat, CubeSat, студенческие и школьные ракетные чемпионаты создают среду, в которой обучающиеся решают инженерные задачи, работают в команде, ведут проектную документацию, представляют решения и развивают навыки коммуникации, лидерства и ответственности. Для педагога это требует специальной подготовки: сопровождения команды, организации тренировочного процесса, анализа технического задания, выбора стратегии, фиксации инженерных решений и подготовки проекта к публичной защите.

Для Казахстана данный тренд имеет практическую значимость, поскольку участие обучающихся в аэрокосмических конкурсах и соревнованиях, включая World Space Olympiad, становится одним из механизмов развития интереса к STEM-направлениям, инженерному образованию и технологическому творчеству. В этой связи подготовка педагогов, способных сопровождать обучающихся в аэрокосмических проектах и конкурсной деятельности, является актуальной задачей.

Отдельным основанием для разработки Программы является наличие отечественной материально-технической базы для организации занятий. Учебные наборы Rocket Rise Engineering — Zymuran Extra, Skyblazer и CubeSat — разработаны с учетом условий организаций образования Республики Казахстан, сопровождаются методическими материалами и позволяют выстроить обучение по возрастающему уровню сложности без необходимости самостоятельного подбора компонентов и оснастки педагогом. Это существенно снижает порог входа в направление и делает его доступным для организаций образования вне крупных городов.

Таким образом, Программа разработана с учетом нормативных оснований Республики Казахстан, общегосударственных приоритетов в сфере повышения качества образования, цифровизации, развития функциональной грамотности и профессионального потенциала педагогов, а также мировых трендов STEM-образования, проектного обучения, цифровой педагогики и аэрокосмического образования. Программа направлена на формирование у слушателей компетенций, необходимых для организации современного практико-

ориентированного образовательного процесса и развития у обучающихся инженерного, исследовательского, проектного и творческого мышления.

## 2. Глоссарий

В Программе используются следующие основные понятия и термины:

| № | Термин                             | Описание / определение                                                                                                                                                                                                                   | Источник                                                                                                      |
|---|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Модельное ракетостроение           | Прикладное образовательное направление, связанное с расчетом, проектированием, изготовлением, запуском и анализом полета моделей ракет с использованием сертифицированных модельных ракетных двигателей.                                 | National Association of Rocketry. Model Rocket Safety Code, 2023                                              |
| 2 | Модельная ракета                   | Летательный аппарат учебного назначения, состоящий из головного обтекателя, корпуса, стабилизаторов, моторного отсека и системы спасения, предназначенный для однократного или многократного запуска на малую высоту.                    | NAR official resources; Rocket Rise Engineering                                                               |
| 3 | Модельный ракетный двигатель (МРД) | Одноразовый твердотопливный двигатель заводского изготовления с нормированным суммарным импульсом, обозначаемый буквенно-цифровым кодом, который определяет класс импульса, среднюю тягу и время задержки срабатывания вышибного заряда. | National Association of Rocketry. Standards & Testing Committee resources                                     |
| 4 | Суммарный импульс                  | Интеграл тяги двигателя по времени работы, определяющий класс двигателя (А, В, С и далее) и характеризующий его энергетические возможности.                                                                                              | Sutton G. P., Biblarz O. Rocket Propulsion Elements, 2017                                                     |
| 5 | Центр тяжести и центр давления     | Точки приложения равнодействующей силы тяжести и равнодействующей аэродинамических сил соответственно. Взаимное расположение этих точек определяет статическую устойчивость ракеты в полете.                                             | Barrowman J. S. The Practical Calculation of the Aerodynamic Characteristics of Slender Finned Vehicles, 1967 |
| 6 | Запас статической устойчивости     | Расстояние между центром тяжести и центром давления, выраженное в калибрах корпуса ракеты. Рекомендуемое значение для учебных моделей составляет от одного до двух калибров.                                                             | Barrowman J. S., 1967; OpenRocket Technical Documentation                                                     |
| 7 | OpenRocket                         | Свободно распространяемая программа для проектирования моделей ракет и симуляции их полета, позволяющая рассчитать аэродинамику, устойчивость, высоту апогея и характеристики спуска до изготовления аппарата.                           | OpenRocket Technical Documentation, 2024                                                                      |
| 8 | Autodesk Fusion                    | Система параметрического трехмерного                                                                                                                                                                                                     | Autodesk Fusion 360                                                                                           |

|    |                                  |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                               |
|----|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|    | 360                              | моделирования, применяемая для проектирования деталей ракеты и корпуса спутника с последующей подготовкой к 3D-печати и лазерной резке.                                                                                        | Learning Resources                                                            |
| 9  | Система спасения                 | Совокупность элементов конструкции, обеспечивающих безопасное снижение и приземление ракеты: парашют или стример, стропы, амортизатор, пыж и механизм срабатывания.                                                            | NAR official resources; Rocket Rise Engineering                               |
| 10 | CanSat                           | Образовательный формат малого спутника, электроника и полезная нагрузка которого размещаются в объеме, сопоставимом с банкой напитка. Запускается ракетой или сбрасывается с высоты и передает телеметрию на наземную станцию. | ESA Education. CanSat Guidelines for Teachers, 2023                           |
| 11 | CubeSat                          | Международный стандарт малых космических аппаратов, основанный на кубическом модуле 1U размером 10×10×10 см. Применяется как в реальных космических миссиях, так и в образовательных программах в виде учебных макетов.        | CubeSat Design Specification Rev. 14, California Polytechnic State University |
| 12 | Подсистемы космического аппарата | Функциональные части спутника: система электропитания, бортовой компьютер, система ориентации и стабилизации, система связи, полезная нагрузка и конструкция.                                                                  | Wertz J. R., Larson W. J. Space Mission Analysis and Design                   |
| 13 | Полезная нагрузка                | Оборудование аппарата, непосредственно выполняющее целевую задачу миссии: датчики, камера, измерительные модули и иные устройства сбора данных.                                                                                | ESA Education. CanSat Guidelines for Teachers, 2023                           |
| 14 | Телеметрия                       | Совокупность данных о состоянии аппарата и параметрах окружающей среды, передаваемых по радиоканалу на наземную станцию в ходе полета и используемых для последующего анализа.                                                 | ESA Education resources; Rocket Rise Engineering                              |
| 15 | Наземная станция                 | Комплекс приемного оборудования и программного обеспечения, обеспечивающий прием, декодирование, отображение и сохранение телеметрии, передаваемой аппаратом.                                                                  | ESA Education. CanSat Guidelines for Teachers, 2023                           |
| 16 | Rocket Rise Zymyran Extra        | Учебный набор для освоения основ модельного ракетостроения, включающий комплект деталей корпуса, стабилизаторов, моторного отсека и системы спасения для самостоятельной сборки обучающимися.                                  | Rocket Rise Engineering. Руководство пользователя набора                      |
| 17 | Rocket Rise Skyblazer            | Учебный набор для создания крупноразмерной ракеты-носителя с                                                                                                                                                                   | Rocket Rise Engineering.                                                      |

|    |                      |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                  |
|----|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|    |                      | отсеком полезной нагрузки и комплектом электроники для сборки CanSat.                                                                                                                                                 | Руководство пользователя набора                                  |
| 18 | Rocket Rise CubeSat  | Учебный набор для углубленного изучения наноспутников, схемотехники, электроники и стандарта CubeSat.                                                                                                                 | Rocket Rise Engineering. Руководство пользователя набора         |
| 19 | World Space Olympiad | Международная олимпиада, объединяющая соревнования обучающихся по направлениям модельного ракетостроения и спутникостроения, включая запуск ракет и создание аппаратов формата CanSat.                                | World Space Olympiad official resources                          |
| 20 | Инженерный журнал    | Документ или рабочий инструмент команды, в котором фиксируются идеи, этапы проектирования, расчеты, технические решения, схемы, результаты испытаний, ошибки, доработки и выводы по результатам работы над аппаратом. | ESA Education resources; World Space Olympiad official resources |

### 3. Тематика Программы

Тематика Программы направлена на практико-ориентированное совершенствование профессиональной деятельности слушателей, связанной с организацией занятий по ракетостроению и спутникостроению, применением STEM-подходов и проектного обучения, разработкой практических заданий, оцениванием результатов обучающихся, а также сопровождением их проектной и соревновательной деятельности.

В содержание Программы включены темы, обеспечивающие последовательное освоение аэрокосмического направления как образовательного инструмента: STEM-подход и аэрокосмическое образование, физические основы полета ракеты, конструкция модельной ракеты, двигатели и системы спасения, цифровое проектирование и симуляция полета, практическое изготовление и запуск, основы наноспутников и создание CanSat, стандарт CubeSat и схемотехника, а также подготовка обучающихся к участию в аэрокосмических соревнованиях и инженерных проектах.

Такая структура выбрана с учетом того, что слушателю недостаточно только научиться собирать ракету или запускать симуляцию. Для реальной образовательной практики ему необходимо понимать, как объяснить техническое решение обучающимся, как организовать безопасную практическую работу с модельными ракетными двигателями и паяльным оборудованием, как подобрать задание под возраст и уровень подготовки, как организовать запуск и разбор его результатов, как распределить роли в команде, как оценить не только готовый аппарат, но и процесс расчета, проектирования, поиска ошибок, доработки конструкции и защиты решения.

Отдельное место в тематике занимает вопрос безопасности. В отличие от многих технических направлений, занятия по ракетостроению связаны с применением пиротехнических изделий — модельных ракетных двигателей и воспламенителей, — а также с работой на открытой площадке. Поэтому в Программе безопасность рассматривается не как формальный вводный инструктаж, а как сквозная линия: требования к хранению и транспортировке двигателей, организация стартовой позиции, предполетный чек-лист,

метеорологические ограничения, безопасное обращение с литиевыми аккумуляторами и паяльным оборудованием.

Для определения наличия или отсутствия аналогов был проанализирован Перечень образовательных программ курсов повышения квалификации, согласованных Министерством просвещения Республики Казахстан в 2023—2026 годах. Анализ показал, что в системе повышения квалификации педагогов широко представлены направления робототехники, STEM- и STEAM-образования, программирования, цифровых технологий и искусственного интеллекта. Вместе с тем аэрокосмическое направление — модельное ракетостроение и спутникостроение — представлено существенно слабее и, как правило, в виде отдельных тем внутри более общих программ по STEM-образованию.

Такая ситуация объясняется объективными причинами: направление требует специализированной материально-технической базы, отдельных требований безопасности, компетенций в области физики полета, аэродинамики, схемотехники и радиосвязи. В результате педагоги, заинтересованные в открытии аэрокосмического кружка или факультатива, сталкиваются с отсутствием системной методической подготовки по данному направлению.

Степень новизны Программы заключается в комплексности и методической логике ее содержания. Технические темы в ней сразу связаны с педагогической практикой. Изучение физики полета рассматривается не как повторение курса механики, а как основа для разработки расчетных задач и демонстрационных экспериментов для обучающихся. Работа в OpenRocket и Fusion 360 связывается с организацией компьютерного практикума и разработкой учебных заданий. Изготовление и запуск ракеты рассматриваются как полный цикл занятия с предполетной подготовкой, чек-листом и обязательным разбором результатов полета. Инженерный журнал рассматривается не только как элемент соревнований, но и как инструмент фиксации проектной деятельности, самооценки и оценивания командной работы.

Дополнительным отличием Программы является выстроенная траектория возрастания сложности, опирающаяся на учебные наборы отечественного производства. Набор Zymugan Extra обеспечивает освоение азов ракетостроения, набор Skyblazer — переход к более крупным и сложным ракетам и первое знакомство с наноспутниками через создание CanSat, набор CubeSat — углубленное изучение схемотехники, электроники и международного стандарта малых космических аппаратов. Такая последовательность позволяет слушателю после завершения курса выстроить многолетнюю образовательную программу для обучающихся, а не единичное занятие.

Соревновательная составляющая в Программе представлена как часть образовательной практики слушателя. Рассматриваются международные и национальные форматы аэрокосмических соревнований, включая World Space Olympiad и программы CanSat, анализ регламента и критериев судейства, распределение ролей, планирование подготовки команды, ведение инженерного журнала и публичная защита технического решения. Это позволяет слушателю сопровождать обучающихся не только на занятии, но и в проектной, конкурсной и командной деятельности.

Таким образом, анализ наличия либо отсутствия аналогов показывает, что в системе образования имеются программы, близкие к тематике STEM-образования, робототехники и цифровой педагогики, однако системные программы повышения квалификации по модельному ракетостроению и спутникостроению практически отсутствуют. Новизна Программы состоит в практико-ориентированном объединении технического, методического, проектного и соревновательного содержания в единую программу повышения квалификации,

направленную на реальное применение полученных компетенций в работе педагогов организаций среднего, технического и профессионального, послесреднего и дополнительного образования.

#### **4. Цель, задачи и ожидаемые результаты Программы**

Цель Программы — совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области применения ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе для развития инженерного, исследовательского, проектного и естественно-научного мышления обучающихся.

Практическая значимость Программы заключается в том, что она ориентирована на реальные задачи, с которыми слушатель сталкивается при проведении занятий по аэрокосмическому направлению. На практике важно не только знать устройство ракеты или уметь запустить симуляцию, но и понимать, как превратить работу с аппаратом в полноценное учебное занятие: объяснить обучающимся физику полета, организовать безопасную практическую работу и запуск, подобрать задание по уровню подготовки, помочь команде пройти путь от расчета до результата, увидеть ошибки и использовать их как часть обучения.

**Для достижения цели Программы определены следующие задачи:**

- раскрыть нормативные, методические и организационные основы применения ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе, включая STEM-подход, развитие функциональной, естественно-научной и технологической грамотности, а также требования техники безопасности при работе с модельными ракетными двигателями, паяльным, режущим и 3D-оборудованием;

- обеспечить освоение физических основ полета ракеты — реактивного движения, аэродинамики, статической устойчивости, уравнения Циолковского — и методики их преподавания через демонстрационный эксперимент и расчетные задачи;

- обеспечить практическое освоение конструкции модельной ракеты, классификации и подбора модельных ракетных двигателей, расчета и изготовления систем спасения, а также организации стартовой позиции и учебного запуска;

- развить умения проектировать аппараты в цифровой среде: моделировать ракету и проводить симуляцию полета в OpenRocket, выполнять параметрическое моделирование деталей в Fusion 360 и готовить их к изготовлению;

- обеспечить практическое освоение учебных наборов Rocket Rise Zymyran Extra, Skyblazer и CubeSat как основы для выстраивания образовательной траектории обучающихся по возрастающему уровню сложности;

- сформировать компетенции в области спутникостроения: подсистемы малого космического аппарата, датчики и сбор данных, монтаж и пайка электроники, разработка бортового программного обеспечения, радиосвязь, телеметрия и стандарт CubeSat;

- сформировать умения проектировать занятия по аэрокосмическому направлению, разрабатывать практические задания, инструкционные карты, организовывать индивидуальную, парную и командную работу обучающихся, применять инструменты оценивания, рефлексии и обратной связи;

— подготовить слушателей к сопровождению проектной и соревновательной деятельности обучающихся, включая анализ регламента, выбор стратегии, распределение ролей, ведение инженерного журнала и публичную презентацию технического решения.

#### **По завершении Программы слушатели:**

— понимают нормативные, методические и организационные основы проведения занятий по ракетостроению и спутникостроению, знают требования техники безопасности при работе с пиротехническими изделиями, электронными компонентами и оборудованием, объясняют педагогическую ценность аэрокосмического направления для развития функциональной, естественно-научной, технологической и инженерной грамотности обучающихся;

— объясняют физические основы полета ракеты, выполняют расчеты тяги, устойчивости, высоты апогея и скорости снижения, разрабатывают на этой основе демонстрационные эксперименты и расчетные задачи для обучающихся;

— проектируют модель ракеты в OpenRocket, проводят симуляцию полета, интерпретируют результаты и предупреждения, выполняют параметрическое моделирование деталей в Fusion 360 и готовят их к 3D-печати и лазерной резке;

— изготавливают и собирают модельную ракету на базе наборов Rocket Rise Zymyran Extra и Skyblazer, выполняют контроль качества, измеряют параметры аппарата, организуют безопасный учебный запуск и проводят разбор результатов полета;

— собирают аппарат формата CanSat, выполняют монтаж и пайку электроники, разрабатывают бортовое программное обеспечение, принимают и анализируют телеметрию, а также объясняют устройство подсистем наноспутника и требования стандарта CubeSat;

— проектируют занятия по аэрокосмическому направлению с учетом цели, ожидаемого результата, этапов практической работы, инструкционных материалов, командной работы, рефлексии, обратной связи и критериев оценивания;

— сопровождают проектную и соревновательную деятельность обучающихся: помогают анализировать регламент, выбирать стратегию, распределять роли, фиксировать инженерные решения, готовить инженерный журнал и публичную защиту технического решения.

Результаты обучения имеют прямое влияние на практику работы слушателей. После завершения Программы слушатель сможет методически грамотно включать аэрокосмическое направление в образовательный процесс: планировать занятия, организовывать безопасную практическую работу и запуски, разрабатывать задания разного уровня сложности, объяснять обучающимся технические решения, сопровождать командную деятельность, оценивать процесс и результат, а также готовить обучающихся к аэрокосмическим проектам, конкурсам и соревнованиям.

Ожидаемый практический результат Программы — готовность слушателей применять ракетостроение и спутникостроение как образовательный инструмент, который помогает обучающимся переходить от теоретического знания к практическому действию, от выполнения инструкции — к самостоятельному расчету, от неудачного полета — к анализу причин и доработке конструкции, от индивидуального задания — к командному инженерному проекту.

## 5. Структура и содержание Программы

Структура Программы выстроена в соответствии с ее целью, задачами и ожидаемыми результатами обучения. Содержание курса обеспечивает последовательное формирование профессиональных компетенций слушателей в области применения ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе: от нормативно-методических оснований и понимания педагогической ценности направления до практического освоения физики полета, изготовления и запуска аппаратов, создания наноспутников, проектирования занятий, оценивания результатов обучающихся и сопровождения проектной и соревновательной деятельности.

Программа рассчитана на 36 академических часов и включает восемь содержательно взаимосвязанных модулей. Каждый модуль направлен на достижение конкретного результата обучения и отражает отдельный компонент профессиональной деятельности слушателя. Последовательность модулей определена логикой практического применения аэрокосмического направления в образовании: сначала рассматриваются нормативные, методические и организационные основания, затем осваиваются физические основы полета и конструкция модельной ракеты, далее изучается цифровое проектирование, после чего слушатели переходят к практическому изготовлению и запуску аппаратов, освоению спутникостроения и, в завершение, к методике сопровождения проектной и соревновательной деятельности обучающихся.

Материально-техническую основу практической части Программы составляют три учебных набора Rocket Rise Engineering, выстроенные по возрастающему уровню сложности. Набор Zymyran Extra используется для освоения азов ракетостроения и первичных навыков сборки. Набор Skyblazer применяется при переходе к более крупным и сложным ракетам с отсеком полезной нагрузки и обеспечивает первое знакомство со спутникостроением через создание аппарата формата CanSat. Набор CubeSat применяется для углубленного изучения наноспутников, схемотехники, электроники и международного стандарта CubeSat.

### Учебно-тематический план на 36 академических часов

| №                                                                                     | Тематика занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Теор.    | Практ.   | СРС      | Всего    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Модуль 1. STEM-подход и аэрокосмическое образование в образовательном процессе</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>2</b> | <b>1</b> |          | <b>3</b> |
| 1.1                                                                                   | STEM-подход и компетенции XXI века в современном образовании. Ракетостроение и спутникостроение как инструмент развития функциональной, естественно-научной и технологической грамотности                                                                                                                                                           | 2        |          |          | 2        |
| 1.2                                                                                   | Образовательная экосистема аэрокосмического направления: World Space Olympiad, форматы CanSat и CubeSat, учебные наборы Rocket Rise Engineering (Zymyran Extra, Skyblazer, CubeSat). Техника безопасности при работе с модельными ракетными двигателями, режущим, паяльным и 3D-оборудованием, организация учебной лаборатории и стартовой площадки |          | 1        |          | 1        |
| <b>Модуль 2. Физические основы ракетостроения и методика их преподавания</b>          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>5</b> |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |          |          |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 2.1                                                                                  | История и классификация ракет: модельные, любительские, орбитальные. Место ракетостроения в школьных курсах физики и естествознания. Реактивное движение: третий закон Ньютона, истечение газов, тяга двигателя. Силы, действующие на ракету в полёте: тяга, вес, лобовое сопротивление, подъёмная сила        | 2        |          |          | 2        |
| 2.2                                                                                  | Аэродинамика и устойчивость ракеты: форма корпуса, коэффициент лобового сопротивления, ламинарное и турбулентное обтекание, центр тяжести и центр давления, запас статической устойчивости, метод Barrowman                                                                                                    | 1        | 1        |          | 2        |
| 2.3                                                                                  | Уравнение Циолковского, удельный импульс и траектория полёта: активный участок, апогей, спуск. Методика преподавания физики полёта: демонстрационный эксперимент, расчётные задачи, анализ типичных ошибок обучающихся                                                                                         |          |          | 1        | 1        |
| <b>Модуль 3. Модельное ракетостроение: конструкция, двигатели и системы спасения</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>5</b> |
| 3.1                                                                                  | Классификация и стандарты модельных ракет: категории FAI/NAR, классы двигателей по суммарному импульсу, требования регламента World Space Olympiad. Конструкция модельной ракеты: головной обтекатель, корпус, стабилизаторы, моторный отсек, отсек полезной нагрузки, направляющие элементы                   | 1        |          |          | 1        |
| 3.2                                                                                  | Материалы и технологии изготовления: картон, бальза, фанера, PLA и PETG, клеевые соединения, лазерная резка и 3D-печать. Разбор комплектации набора Rocket Rise Zumugan Extra. Двигатели модельных ракет: устройство, маркировка, кривая тяги, подбор двигателя и времени задержки, хранение и транспортировка | 1        | 1        |          | 2        |
| 3.3                                                                                  | Системы спасения: парашют, стример, расчёт площади купола, укладка и защита от прожига. Стартовое оборудование и предполётная подготовка: пусковая установка, воспламенитель, предполётный чек-лист, метеорологические ограничения                                                                             |          | 1        |          | 1        |
| 3.4                                                                                  | Методика организации практических занятий: инструкционные карты, нормирование времени, работа в малых группах                                                                                                                                                                                                  |          |          | 1        | 1        |
| <b>Модуль 4. Цифровое проектирование ракеты и моделирование полёта</b>               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>1</b> | <b>4</b> |          | <b>5</b> |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |  |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|--|----------|
| 4.1                                                                              | OpenRocket: установка, интерфейс, структура проекта, работа с компонентным деревом. Моделирование аэродинамического каркаса ракеты: обтекатель, корпус, переходы и стабилизаторы                                                                                           | 1        | 1        |  | 2        |
| 4.2                                                                              | Внутренняя компоновка, система спасения и отсек полезной нагрузки. Моделирование ракеты Rocket Rise Skyblazer, размещение CanSat и контроль устойчивости. Подбор двигателя, запуск симуляции полёта, интерпретация предупреждений и экспорт данных                         |          | 2        |  | 2        |
| 4.3                                                                              | Основы параметрического моделирования в Fusion 360: эскиз, геометрические зависимости, размеры, твердотельные операции. Подготовка деталей к 3D-печати и лазерной резке: экспорт STL, 3MF и DXF. Методика проведения компьютерного практикума и разработка учебных заданий |          | 1        |  | 1        |
| <b>Модуль 5. Практическая сборка ракет: наборы Zymyran Extra и Skyblazer</b>     |                                                                                                                                                                                                                                                                            |          | <b>5</b> |  | <b>5</b> |
| 5.1                                                                              | Набор Rocket Rise Zymyran Extra: обзор компонентов, обработка деталей под размеры корпуса, профилирование стабилизаторов, сборка моторного отсека и системы спасения, изготовление пьжа                                                                                    |          | 2        |  | 2        |
| 5.2                                                                              | Монтаж стабилизаторов, интеграция системы спасения, головного обтекателя и направляющего кольца. Контроль качества и измерение параметров ракеты: масса, длина, положение центра тяжести. Сверка с расчётной моделью                                                       |          | 1        |  | 1        |
| 5.3                                                                              | Сборка набора Rocket Rise Skyblazer: особенности крупноразмерной ракеты-носителя с отсеком полезной нагрузки                                                                                                                                                               |          | 1        |  | 1        |
| 5.4                                                                              | Организация учебного запуска: подготовка площадки, предполётный чек-лист, обратный отсчёт, фиксация и разбор результатов полёта                                                                                                                                            |          | 1        |  | 1        |
| <b>Модуль 6. Основы наноспутников и создание CanSat на базе набора Skyblazer</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>1</b> | <b>4</b> |  | <b>5</b> |
| 6.1                                                                              | Введение в спутникостроение: назначение и классификация малых космических аппаратов, подсистемы спутника, форматы CanSat и CubeSat. Полезная нагрузка и сбор данных: датчики давления, температуры, влажности, инерциальные модули и GPS                                   | 1        |          |  | 1        |
| 6.2                                                                              | Сборка и монтаж CanSat из комплекта Rocket Rise Skyblazer: пайка модулей, организация питания, безопасная работа с литиевыми                                                                                                                                               |          | 2        |  | 2        |

|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           |           |          |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|
|                                                                                         | аккумуляторами                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |           |          |           |
| 6.3                                                                                     | Бортовое программное обеспечение CanSat: опрос датчиков, запись данных на карту памяти, отладка                                                                                                                                                                                    |           | 1         |          | 1         |
| 6.4                                                                                     | Корпус спутника, интеграция полезной нагрузки в ракету Skyblazer и предполётная проверка                                                                                                                                                                                           |           | 1         |          | 1         |
| <b>Модуль 7. Формат CubeSat: схемотехника, электроника и подсистемы наноспутника</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1</b>  | <b>3</b>  |          | <b>4</b>  |
| 7.1                                                                                     | Стандарт CubeSat: типоразмеры 1U–3U, конструкция, требования к массе и габаритам, жизненный цикл космической миссии. Подсистемы наноспутника: электропитание, бортовой компьютер, ориентация и стабилизация, связь, полезная нагрузка. Изучение на базе набора Rocket Rise CubeSat | 1         | 1         |          | 2         |
| 7.2                                                                                     | Основы схемотехники и электроники: чтение принципиальных схем, источники питания и стабилизаторы, интерфейсы I2C, SPI, UART, монтаж платы                                                                                                                                          |           | 1         |          | 1         |
| 7.3                                                                                     | Радиосвязь и телеметрия: линия связи LoRa, наземная станция, приём, визуализация и анализ полётных данных. Методика преподавания спутникостроения: учебные миссии, работа с реальными данными                                                                                      |           | 1         |          | 1         |
| <b>Модуль 8. Проектная деятельность, оценивание и подготовка команд к соревнованиям</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b> | <b>3</b>  |
| 8.1                                                                                     | Проектное обучение и инженерный цикл в аэрокосмическом образовании. Ведение инженерного журнала. Проектирование учебных занятий и разработка критериев оценивания по ракетостроению и спутникостроению                                                                             | 1         |           |          | 1         |
| 8.2                                                                                     | Соревновательные форматы World Space Olympiad и международные программы CanSat и CubeSat: регламенты и критерии судейства. Формирование команды, распределение ролей, планирование подготовки и публичная защита технического решения                                              |           | 1         |          | 1         |
| 8.3                                                                                     | Разработка методического продукта для применения в собственной образовательной практике                                                                                                                                                                                            |           |           | 1        | 1         |
| <b>Итоговое тестирование</b>                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |           | <b>1</b>  |          | <b>1</b>  |
| <b>Всего</b>                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>11</b> | <b>22</b> | <b>3</b> | <b>36</b> |

### Содержание модулей Программы

## **Модуль 1. STEM-подход и аэрокосмическое образование в образовательном процессе**

Содержание модуля направлено на формирование понимания STEM как современной образовательной методологии и аэрокосмического направления как инструмента развития компетенций XXI века. Слушатели изучают принципы STEM-подхода, возможности ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе, образовательную экосистему направления, включая форматы CanSat и CubeSat и соревнования World Space Olympiad, а также состав и назначение учебных наборов Rocket Rise Engineering. Отдельное внимание уделяется требованиям техники безопасности при работе с модельными ракетными двигателями, режущим, паяльным и 3D-оборудованием, а также организации учебной лаборатории и стартовой площадки.

В результате освоения модуля слушатель понимает возможности применения STEM-подхода и аэрокосмического направления в образовательном процессе, умеет организовывать безопасную образовательную среду и обосновывать педагогическую ценность ракетостроения и спутникостроения.

## **Модуль 2. Физические основы ракетостроения и методика их преподавания**

Содержание модуля направлено на освоение физических основ полета ракеты и способов их объяснения обучающимся. Рассматриваются история и классификация ракет, реактивное движение и третий закон Ньютона, силы, действующие на ракету в полете, аэродинамика корпуса и коэффициент лобового сопротивления, статическая устойчивость, центр тяжести и центр давления, метод Barrowman, уравнение Циолковского, удельный импульс и структура траектории полета. Теоретическое содержание сопровождается разбором методики преподавания: демонстрационным экспериментом, расчетными задачами и анализом типичных ошибок обучающихся.

В результате освоения модуля слушатель объясняет физику полета ракеты, выполняет инженерные расчеты устойчивости и характеристик полета, разрабатывает расчетные задания и демонстрационные эксперименты для обучающихся.

## **Модуль 3. Модельное ракетостроение: конструкция, двигатели и системы спасения**

Содержание модуля направлено на освоение технической основы модельного ракетостроения. Изучаются классификация и стандарты модельных ракет, категории и классы двигателей по суммарному импульсу, требования регламента World Space Olympiad, конструкция ракеты и назначение ее узлов, материалы и технологии изготовления с разбором комплектации набора Rocket Rise Zymuran Extra, устройство и маркировка двигателей, подбор двигателя и времени задержки, системы спасения и расчет площади купола, стартовое оборудование и предполетная подготовка. Отдельно рассматривается методика организации практических занятий по изготовлению аппаратов.

В результате освоения модуля слушатель определяет назначение узлов модельной ракеты, обоснованно подбирает двигатель и систему спасения, организует безопасную предполетную подготовку и выстраивает практическое занятие по изготовлению ракеты.

## **Модуль 4. Цифровое проектирование ракеты и моделирование полета**

Содержание модуля направлено на освоение цифровых инструментов инженерного проектирования. Слушатели изучают программу OpenRocket: структуру проекта, моделирование аэродинамического каркаса, внутреннюю компоновку, размещение полезной нагрузки, подбор двигателя, запуск симуляции полета, интерпретацию предупреждений и экспорт данных. Параллельно осваиваются основы параметрического моделирования в Autodesk Fusion 360, твердотельные операции и подготовка деталей к 3D-печати и лазерной

резке. Отдельное внимание уделяется методике проведения компьютерного практикума и разработке учебных заданий в цифровой среде.

В результате освоения модуля слушатель проектирует модель ракеты в цифровой среде, проводит и интерпретирует симуляцию полета, моделирует детали конструкции и организует компьютерный практикум для обучающихся.

### **Модуль 5. Практическая сборка ракет: наборы Zymyran Extra и Skyblazer**

Содержание модуля направлено на практическое освоение сборки модельных ракет. Слушатели работают с набором Rocket Rise Zymyran Extra: обрабатывают детали, профилируют стабилизаторы, собирают моторный отсек и систему спасения, изготавливают пых, выполняют монтаж стабилизаторов и интеграцию узлов, проводят контроль качества и измеряют параметры аппарата со сверкой с расчетной моделью. Далее осваивается сборка набора Rocket Rise Skyblazer с учетом особенностей крупноразмерной ракеты-носителя с отсеком полезной нагрузки. Завершает модуль организация учебного запуска.

В результате освоения модуля слушатель самостоятельно собирает модельную ракету, контролирует качество сборки, организует безопасный учебный запуск и проводит разбор результатов полета с обучающимися.

### **Модуль 6. Основы наноспутников и создание CanSat на базе набора Skyblazer**

Содержание модуля направлено на освоение основ спутникостроения через создание аппарата формата CanSat. Рассматриваются назначение и классификация малых космических аппаратов, подсистемы спутника, форматы CanSat и CubeSat, полезная нагрузка и сбор данных с использованием датчиков давления, температуры, влажности, инерциальных модулей и GPS. Практическая часть включает сборку и монтаж CanSat из комплекта набора Rocket Rise Skyblazer, пайку модулей, организацию питания и безопасную работу с литиевыми аккумуляторами, разработку бортового программного обеспечения, интеграцию аппарата в ракету и предполетную проверку.

В результате освоения модуля слушатель собирает работоспособный аппарат формата CanSat, разрабатывает бортовое программное обеспечение для сбора данных и интегрирует полезную нагрузку в ракету.

### **Модуль 7. Формат CubeSat: схемотехника, электроника и подсистемы наноспутника**

Содержание модуля направлено на углубленное изучение наноспутников на базе набора Rocket Rise CubeSat. Изучаются международный стандарт CubeSat, типоразмеры и конструктивные требования, жизненный цикл космической миссии, подсистемы аппарата — электропитание, бортовой компьютер, система ориентации и стабилизации, система связи и полезная нагрузка. Рассматриваются основы схемотехники и электроники: чтение принципиальных схем, источники питания и стабилизаторы, интерфейсы обмена данными, монтаж платы. Отдельный блок посвящен радиосвязи, телеметрии и работе наземной станции, а также методике преподавания спутникостроения.

В результате освоения модуля слушатель объясняет устройство и назначение подсистем наноспутника, читает принципиальные схемы, организует прием и анализ телеметрии и выстраивает занятия по спутникостроению с использованием реальных данных.

### **Модуль 8. Проектная деятельность, оценивание и подготовка команд к соревнованиям**

Содержание модуля направлено на подготовку педагогов к организации проектной и соревновательной деятельности обучающихся. Рассматриваются проектное обучение и инженерный цикл в аэрокосмическом образовании, ведение инженерного журнала,

проектирование учебных занятий и разработка критериев оценивания, соревновательные форматы World Space Olympiad и международные программы CanSat и CubeSat, регламенты и критерии судейства, формирование команды, распределение ролей, планирование подготовки и публичная защита технического решения.

В результате освоения модуля слушатель умеет организовывать подготовку команд к аэрокосмическим соревнованиям, разрабатывать критерии оценивания, сопровождать проектную деятельность обучающихся и готовить их к публичной защите технического решения.

## **6. Организация учебного процесса**

Учебный процесс по Программе организуется в соответствии с учебно-тематическим планом и направлен на последовательное освоение слушателями теоретического, практического и методического содержания курса. Организация обучения предусматривает сочетание теоретических занятий, практической работы с учебными наборами и электронным оборудованием, самостоятельной работы слушателей, текущей обратной связи и итогового оценивания результатов обучения.

Общая продолжительность Программы составляет 36 академических часов. Из них 11 часов отводятся на теоретические занятия, 22 часа — на практические занятия, 3 часа — на самостоятельную работу слушателей. Итоговое тестирование проводится в рамках общего объема учебного времени и направлено на проверку освоения ключевых вопросов содержания Программы.

Объем Программы определен с учетом практико-ориентированного характера содержания и уплотненной структуры занятий. Темы, близкие по содержанию, объединены в укрупненные занятия, что позволяет сохранить полноту содержания при компактном формате обучения. Преобладание практических часов обусловлено спецификой направления: основные результаты обучения достигаются через выполнение расчетов, цифровое проектирование, изготовление и сборку аппаратов, монтаж электроники и проведение учебного запуска.

Учебный процесс может быть организован в очном, дистанционном или смешанном формате. Смешанный формат предусматривает сочетание онлайн-занятий и очной практической работы. Выбор формата определяется условиями проведения курса, материально-техническими возможностями организации, доступностью учебных наборов и оборудования, наличием площадки для проведения запусков и готовностью слушателей к работе с цифровыми образовательными ресурсами.

При очном формате обучение проводится с непосредственным участием слушателей в аудитории, учебной лаборатории и на стартовой площадке. Основное внимание уделяется практической работе с учебными наборами, обработке и сборке деталей, монтажу и пайке электроники, программированию бортовых устройств, предполетной подготовке, проведению запуска, анализу телеметрии и защите практических решений. Такой формат позволяет организовать полноценную работу с оборудованием, наблюдать за действиями слушателей и оперативно давать обратную связь.

Необходимо учитывать, что практическая часть Программы, связанная с запуском ракет, требует наличия открытой площадки, удовлетворяющей требованиям безопасности, а также соблюдения метеорологических ограничений. При невозможности проведения запуска в запланированный день предусматривается перенос данного занятия либо замена его

расширенным анализом ранее собранных полетных данных с сохранением общего объема учебного времени.

При дистанционном формате обучение организуется с использованием цифровых образовательных платформ, видеоконференцсвязи, электронных учебных материалов, демонстрационных видео, презентаций, инструкционных карт, шаблонов заданий и онлайн-консультаций. Практические темы, связанные с расчетом, проектированием в OpenRocket и Fusion 360, анализом телеметрии и разработкой методических материалов, осваиваются в полном объеме. Темы, связанные с изготовлением, монтажом электроники и запуском, реализуются через демонстрационные материалы, пошаговые инструкции и последующую очную отработку либо через выполнение слушателем практической работы с набором по месту работы с представлением результата в электронной форме.

При смешанном формате теоретические и методические темы изучаются онлайн, а практические занятия, требующие непосредственной работы с учебными наборами, паяльным оборудованием и проведения запуска, проводятся очно. Такой формат удобен для освоения нормативных, методических и организационных вопросов в дистанционной среде и последующего закрепления материала через изготовление, сборку, интеграцию полезной нагрузки и командную работу в очном режиме.

Теоретические занятия проводятся в форме лекций, интерактивных объяснений, разбора инженерных расчетов, обсуждения нормативных и методических материалов, анализа педагогических ситуаций и демонстрации примеров применения аэрокосмического направления в образовательном процессе. В ходе теоретической подготовки слушатели рассматривают нормативные основы организации занятий, STEM-подход, вопросы функциональной, естественно-научной и технологической грамотности, физику полета, требования безопасности, методику проектирования занятий, оценивание результатов обучающихся и сопровождение проектной деятельности.

Практические занятия занимают значимую часть учебного процесса, поскольку содержание Программы связано с освоением учебных наборов, изготовлением аппаратов, монтажом электроники, программированием и разработкой учебных заданий. В ходе практической работы слушатели выполняют моделирование и симуляцию полета, обработку и сборку деталей, монтаж систем спасения, пайку и подключение электронных модулей, разработку и отладку бортового программного обеспечения, контроль качества и измерение параметров аппарата, предполетную подготовку, запуск, прием и анализ телеметрии, а также проектируют фрагменты занятий, инструкционные карты и критерии оценивания.

Самостоятельная работа слушателей направлена на закрепление и осмысление изученного материала. Она включает изучение дополнительных материалов, выполнение расчетных и практико-ориентированных заданий, анализ методических ситуаций, подготовку элементов учебного занятия, разработку заданий для обучающихся, заполнение фрагментов инженерного журнала, подготовку материалов для организации командной работы и рефлексивный анализ возможностей применения полученных знаний в собственной профессиональной практике.

В процессе обучения применяются индивидуальные, парные и групповые формы работы с учетом выбранного формата проведения курса. В очном формате данные формы реализуются через непосредственную работу слушателей с учебными наборами, выполнение практических заданий, обсуждение технических решений и командную подготовку аппарата к запуску. В дистанционном формате индивидуальная, парная и групповая работа организуется через цифровые платформы, онлайн-обсуждения, совместные документы, выполнение заданий

по инструкционным картам, работу с полетными данными и представление результатов в электронной форме. В смешанном формате теоретические и методические задания выполняются онлайн, а практические действия, связанные с изготовлением, монтажом, интеграцией и запуском, проводятся очно.

Организация учебного процесса строится с учетом практической направленности Программы. Каждая тема рассматривается через связь с будущей профессиональной деятельностью слушателя: объяснение материала обучающимся, организация безопасной работы с оборудованием и пиротехническими изделиями, подбор задания, сопровождение выполнения практической работы, оценивание процесса и результата, использование неудачного полета или ошибки в конструкции как основы для дальнейшего обучения.

Текущая обратная связь осуществляется в ходе обсуждения выполненных заданий, анализа практических работ, наблюдения за работой слушателей, выполнения мини-заданий, самооценки и взаимной оценки. Особое внимание уделяется тому, насколько слушатель понимает педагогический смысл выполняемого технического действия и может перенести его в формат занятия с обучающимися.

Итоговое оценивание проводится в форме тестирования и направлено на определение уровня освоения слушателями содержания Программы. Тестирование позволяет проверить понимание нормативных, методических, технических и организационных аспектов ракетостроения и спутникостроения, а также готовность слушателей применять полученные знания и умения при проектировании и проведении занятий.

Организация учебного процесса обеспечивает активное участие слушателей в освоении Программы. Содержание занятий, практические задания, самостоятельная работа и обратная связь выстроены так, чтобы слушатель последовательно осваивал аэрокосмическое направление как образовательный инструмент и был готов применять полученные компетенции при организации занятий, разработке учебных заданий, оценивании результатов обучающихся и сопровождении проектной и соревновательной деятельности.

## **7. Учебно-методическое обеспечение Программы**

Учебно-методическое обеспечение Программы направлено на поддержку освоения слушателями теоретического, практического и методического содержания курса. Дидактический подход к реализации Программы основан на последовательной связи трех компонентов: изучение теоретического материала, выполнение заданий по усвоению учебного содержания и самооценка качества выполненной работы по заданным критериям.

Содержание учебно-методического обеспечения соответствует практико-ориентированному характеру Программы. Теоретический материал раскрывает нормативные, методические, технические и организационные основы применения ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе. Задания по усвоению учебного материала помогают слушателям применить изученное содержание при работе с учебными наборами или их цифровыми моделями, выполнении расчетов, проектировании в OpenRocket и Fusion 360, монтаже электроники, программировании, проектировании занятий, разработке инструкционных материалов, критериев оценивания и элементов сопровождения проектной деятельности обучающихся. Критерии самооценки позволяют слушателям определить качество выполненных заданий и готовность к применению разработанных материалов в собственной профессиональной практике.

Учебно-методические материалы Программы разрабатываются с учетом возможности их применения в очном, дистанционном и смешанном формате обучения. Для очного формата особое значение имеют инструкционные карты сборки, предполетные чек-листы, практические задания для работы с наборами и электронным оборудованием, шаблоны командной работы и критерии оценки готового аппарата или программы. Для дистанционного формата используются электронные материалы, презентации, демонстрационные видео сборки и запуска, цифровые инструкции, наборы полетных данных для анализа, шаблоны проектирования занятия и формы представления результата в электронном виде. Для смешанного формата материалы выстраиваются так, чтобы теоретическая и методическая подготовка могла выполняться онлайн, а практическая работа с наборами, изготовление, монтаж, запуск и защита решений проводились очно.

Теоретическое обеспечение Программы включает материалы по нормативно-правовым основам организации занятий, требованиям ГОСО, типовых учебных программ, профессионального стандарта педагога, STEM-подходу, функциональной, естественно-научной и технологической грамотности, технике безопасности при работе с модельными ракетными двигателями и электронными компонентами, физике полета и аэродинамике, конструкции модельной ракеты, устройству малых космических аппаратов, схемотехнике, радиосвязи, проектному обучению, оцениванию результатов обучающихся и сопровождению соревновательной деятельности.

Теоретические материалы представлены в форме лекционных материалов, презентаций, опорных схем, расчетных примеров, инструкционных пояснений, примеров педагогических ситуаций, демонстрационных материалов и образцов учебных заданий. Их назначение заключается в том, чтобы слушатель понимал логику применения аэрокосмического направления в образовательном процессе, видел связь технического действия с образовательным результатом и мог использовать изученный материал при разработке собственных занятий.

Практическое обеспечение Программы включает задания по освоению учебных наборов Rocket Rise Zymyran Extra, Skyblazer и CubeSat, обработке и сборке деталей, монтажу систем спасения, работе с двигателями и стартовым оборудованием, моделированию и симуляции полета, параметрическому моделированию деталей, монтажу и пайке электронных модулей, разработке и отладке бортового программного обеспечения, приему и анализу телеметрии. В дистанционном формате данные задания могут быть адаптированы через работу с цифровыми моделями, демонстрационными материалами, пошаговыми инструкциями, заранее подготовленными наборами полетных данных и электронными формами представления результата.

Задания по усвоению учебного материала разрабатываются с учетом содержания каждого модуля Программы. По первому модулю задания направлены на анализ нормативных и методических оснований применения аэрокосмического направления, STEM-подхода и требований безопасности. По второму модулю задания связаны с выполнением инженерных расчетов и разработкой расчетных задач для обучающихся. По третьему модулю задания предусматривают подбор двигателя и системы спасения, разбор конструкции и составление инструкционной карты. По четвертому модулю задания направлены на моделирование ракеты, проведение симуляции полета и подготовку деталей к изготовлению. По пятому модулю задания связаны со сборкой аппарата, контролем качества и подготовкой к запуску. По шестому и седьмому модулям задания предусматривают монтаж электроники, разработку бортового программного обеспечения, анализ телеметрии и разбор подсистем наноспутника.

По восьмому модулю задания связаны с анализом регламента соревнований, распределением ролей, подготовкой инженерного журнала и разработкой методического продукта.

Для выполнения заданий используются инструкционные карты сборки, алгоритмы выполнения практических работ, шаблоны проектирования занятия, предполетные чек-листы, чек-листы проверки конструкции и электроники, примеры критериев оценивания, образцы инженерного журнала, схемы распределения ролей в команде и задания для индивидуальной, парной и групповой работы. Эти материалы помогают слушателям выполнять задания поэтапно, фиксировать промежуточные результаты, выявлять затруднения и дорабатывать выполненную работу на основе понятных требований.

Самостоятельная работа слушателей обеспечивается дополнительными теоретическими материалами, расчетными и практико-ориентированными заданиями, методическими ситуациями для анализа, шаблонами инструкционных карт, образцами чек-листов, фрагментами инженерного журнала и рекомендациями по подготовке методического продукта. Эти материалы помогают слушателю закрепить изученное содержание и подготовить элементы, которые могут быть использованы при организации занятий по аэрокосмическому направлению.

Критерии самооценки являются частью учебно-методического обеспечения Программы и применяются для осмысления качества выполненных заданий. Они позволяют слушателю соотнести результат своей работы с целью занятия, содержанием модуля и ожидаемым практическим результатом.

| № | Критерий самооценки                      | Содержание критерия                                                                                                                                                                                                     |
|---|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Соответствие цели задания                | Слушатель понимает, для какого образовательного результата выполняется задание, и может объяснить его связь с темой занятия.                                                                                            |
| 2 | Корректность инженерного расчета         | Расчеты тяги, устойчивости, высоты апогея, скорости снижения или площади купола выполнены верно, исходные данные обоснованы, результат интерпретирован.                                                                 |
| 3 | Корректность технического решения        | Конструкция, цифровая модель, схема монтажа, программа или методический материал соответствуют условиям задания и отражают правильное применение изученного материала.                                                  |
| 4 | Работоспособность аппарата или программы | Собранный аппарат, цифровая модель или бортовое программное обеспечение выполняют заданное действие; выявленные ошибки проанализированы и доработаны.                                                                   |
| 5 | Соблюдение требований безопасности       | При выполнении задания учтены требования техники безопасности при работе с модельными ракетными двигателями, паяльным и режущим оборудованием, литиевыми аккумуляторами, а также правила организации стартовой позиции. |
| 6 | Логичность инструкции для обучающихся    | Разработанная инструкция, практическое задание или инструкционная карта понятны для обучающихся и позволяют выполнить работу поэтапно.                                                                                  |
| 7 | Методическая обоснованность задания      | Задание имеет понятную цель, ожидаемый результат, последовательность действий и может быть использовано на занятии по аэрокосмическому направлению.                                                                     |
| 8 | Наличие критериев                        | Для задания определены понятные признаки оценки                                                                                                                                                                         |

|    |                                   |                                                                                                                                                                      |
|----|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | оценивания                        | результата: выполнение условий, качество изготовления, корректность расчета и программы, анализ ошибок, представление результата.                                    |
| 9  | Учет формата обучения             | Материалы могут быть адаптированы для очного, дистанционного или смешанного формата с учетом доступности наборов, оборудования и площадки для запуска.               |
| 10 | Учет командной работы             | В задании предусмотрены роли, взаимодействие участников, обсуждение решений или совместная подготовка аппарата и проектного результата.                              |
| 11 | Возможность применения в практике | Разработанный материал может быть использован слушателем в собственной образовательной практике с учетом возраста, уровня подготовки и условий обучения обучающихся. |

При выполнении заданий слушатель соотносит результат своей работы с ожидаемым учебным и практическим результатом: понимает назначение изучаемого материала, может объяснить техническое решение обучающимся, способен организовать безопасную практическую работу или ее цифровой аналог, видит причины ошибок в расчете, конструкции или программе, предлагает способ доработки, разрабатывает учебное задание и определяет критерии его оценивания.

Дидактическая логика учебно-методического обеспечения строится на постепенном усложнении заданий. Сначала слушатели осваивают нормативные и методические основания направления, затем переходят к физическим основам полета и инженерным расчетам, далее выполняют цифровое проектирование и симуляцию, после чего изготавливают и запускают аппарат, осваивают спутникостроение и, в завершение, разрабатывают учебные задания, критерии оценивания и элементы сопровождения проектной деятельности. Такая последовательность позволяет связать теоретическое содержание с практическим действием и подготовить слушателя к самостоятельному применению материалов Программы в образовательном процессе.

Учебно-методическое обеспечение Программы обеспечивает целостность освоения курса. Теоретические материалы дают необходимую основу, задания по усвоению учебного материала формируют профессиональные умения, критерии самооценки помогают определить качество выполненной работы, а методические материалы поддерживают перенос полученных знаний и умений в практику проведения занятий. Материалы Программы предусматривают возможность применения в очном, дистанционном и смешанном формате без изменения общей логики достижения ожидаемых результатов обучения.

## 8. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по Программе направлено на определение уровня освоения слушателями теоретических знаний, практических умений и методических компетенций, необходимых для организации занятий по ракетостроению и спутникостроению. С учетом специфики предметной области оценивание строится на сочетании текущего оценивания, самооценки, анализа практических работ, наблюдения за выполнением заданий, проверки методических материалов и итогового тестирования.

Специфика аэрокосмического направления требует оценки не отдельного действия, а полного инженерного цикла: понимания задачи, выполнения расчета, выбора технического решения, цифрового моделирования, изготовления и сборки аппарата, интеграции полезной нагрузки, испытания, выявления ошибок, доработки результата и объяснения принятого решения. Отдельное значение имеет то, что результат работы проверяется реальным полетом, а неудачный запуск рассматривается не как провал, а как источник данных для анализа. Поэтому в Программе используются методы оценивания, которые позволяют увидеть, как слушатель применяет знания в практической ситуации и насколько готов перенести освоенные действия в собственную педагогическую практику.

Оценивание проводится с учетом формата обучения. В очном формате основное внимание уделяется наблюдению за практической работой слушателей с наборами и оборудованием, проверке качества изготовления, корректности монтажа электроники, соблюдению требований безопасности при предполетной подготовке, командному взаимодействию и защите результата. В дистанционном формате оценивание может проводиться через анализ выполненных расчетов, цифровых моделей, программ и методических материалов в электронной форме, работу с полетными данными, онлайн-защиту решений и выполнение тестовых заданий. В смешанном формате теоретические и методические задания оцениваются онлайн, а практические результаты, связанные с изготовлением, монтажом, запуском и презентацией решения, оцениваются очно.

Основными методами оценивания результатов обучения являются:

| № | Метод оценивания                   | Что оценивается                                                                                                                                                  | Применение в Программе                                                                                                                              |
|---|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Текущий контроль                   | Понимание изучаемого материала, выполнение заданий, участие в обсуждении, готовность применять материал на практике.                                             | Используется в ходе изучения тем, выполнения мини-заданий, обсуждения практических ситуаций и анализа выполненных работ.                            |
| 2 | Проверка инженерного расчета       | Корректность исходных данных, правильность вычислений, обоснованность выводов и интерпретация результата.                                                        | Применяется при изучении физических основ полета, подборе двигателя, расчете устойчивости и системы спасения.                                       |
| 3 | Наблюдение за практической работой | Последовательность действий, соблюдение требований безопасности, умение работать с оборудованием, паяльной станцией и пиротехническими изделиями, анализ ошибок. | Применяется при изготовлении и сборке аппаратов, монтаже электроники, предполетной подготовке и проведении запуска.                                 |
| 4 | Проверка практического задания     | Корректность конструкции, цифровой модели, схемы монтажа, программы, инструкционной карты или другого выполненного продукта.                                     | Используется при оценке заданий по наборам Zymran Extra, Skyblazer и CubeSat, работе в OpenRocket и Fusion 360 и проектировании учебных материалов. |
| 5 | Чек-лист                           | Наличие обязательных элементов работы, соблюдение этапов выполнения задания, соответствие результата                                                             | Применяется при проверке качества сборки, предполетной подготовки, инструкционной карты, критериев оценивания и                                     |

|    |                                                 |                                                                                                                                |                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                 | условиям.                                                                                                                      | инженерного журнала.                                                                                                                               |
| 6  | Анализ полетных данных                          | Умение принять, обработать и интерпретировать телеметрию, сопоставить фактические параметры полета с расчетными.               | Используется после запуска аппарата, а также при работе с заранее подготовленными наборами данных в дистанционном формате.                         |
| 7  | Самооценка                                      | Осмысление слушателем качества собственной работы, выявление затруднений, определение путей доработки.                         | Используется после выполнения практических и методических заданий, а также при подготовке материалов для применения в педагогической практике.     |
| 8  | Взаимооценка                                    | Умение анализировать работу коллег, давать корректную обратную связь, сравнивать разные способы решения задачи.                | Применяется при обсуждении практических заданий, командных решений, фрагментов занятий и проектных материалов.                                     |
| 9  | Оценивание инженерного журнала                  | Логика фиксации идеи, расчетов, этапов разработки, испытаний, ошибок, доработок и итогового решения.                           | Используется при изучении проектной и соревновательной деятельности, подготовке команды и защите технического решения.                             |
| 10 | Защита практического или методического продукта | Умение представить результат, объяснить техническое и педагогическое решение, обосновать выбор задания и критериев оценивания. | Применяется при представлении разработанного фрагмента занятия, практического задания, аппарата, проекта или элементов подготовки к соревнованиям. |
| 11 | Итоговое тестирование                           | Освоение ключевых нормативных, методических, технических и организационных вопросов Программы.                                 | Проводится в конце курса для определения уровня освоения содержания Программы.                                                                     |

Текущий контроль осуществляется на протяжении всего курса и позволяет отслеживать продвижение слушателей по каждому модулю. Он проводится через вопросы по содержанию занятий, выполнение практических заданий, анализ педагогических ситуаций, обсуждение технических решений, работу с инструкционными картами, проверку промежуточных результатов и устную или письменную обратную связь.

Практические задания оцениваются по заранее определенным критериям. При работе с учебными наборами учитываются качество обработки и сборки деталей, соосность и симметрия установки стабилизаторов, надежность моторного отсека и системы спасения, соответствие фактических параметров аппарата расчетной модели и способность слушателя объяснить выполненное решение. При работе с электроникой оцениваются качество монтажа и пайки, корректность подключения модулей, организация питания, логика бортового программного обеспечения, полнота и достоверность собранных данных.

Методические задания оцениваются с позиции их применимости в образовательной практике. При разработке фрагмента занятия, практического задания, инструкционной карты или критериев оценивания учитываются соответствие цели, понятность инструкции для обучающихся, последовательность действий, реалистичность выполнения задания в условиях

занятия, учет требований безопасности, наличие ожидаемого результата, критериев оценивания, рефлексии и элементов обратной связи.

Оценивание командной и проектной деятельности проводится через анализ распределения ролей, качества взаимодействия участников, аргументации выбранного решения, фиксации этапов работы, готовности дорабатывать результат после испытаний и способности представить техническое решение. При этом учитывается вклад слушателя в общий результат и его способность организовать подобную работу с обучающимися.

Инженерный журнал рассматривается как инструмент оценки проектной культуры. При его анализе учитываются полнота фиксации этапов работы, описание идеи, расчетов, схем и конструкции, результаты испытаний и запусков, выявленные ошибки, внесенные изменения, выводы и подготовка к защите решения. Такой подход позволяет оценивать не итоговый аппарат отдельно, а ход инженерного поиска и качество осмысления выполненной работы.

Самооценка и взаимооценка используются для развития профессиональной рефлексии слушателей. Слушатель соотносит выполненную работу с критериями, определяет сильные стороны результата, фиксирует затруднения и выбирает способы доработки. Взаимооценка помогает рассмотреть разные способы решения одной задачи, увидеть методические риски и уточнить требования к заданию или продукту.

Итоговое оценивание проводится в форме тестирования. Тестовые задания направлены на проверку понимания нормативных основ, методики организации занятий, требований безопасности, физических основ полета, конструкции модельной ракеты, устройства малых космических аппаратов, работы с цифровыми инструментами, оценивания результатов обучающихся и сопровождения проектной или соревновательной деятельности.

Для обеспечения объективности оценивания используются понятные критерии и дескрипторы. Они позволяют слушателю заранее понимать, по каким признакам будет оцениваться выполненная работа, а тренеру — давать содержательную обратную связь по результату.

| Направление оценивания     | Критерии                                                                                  | Дескрипторы                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Теоретическая подготовка   | Понимание нормативных, методических и организационных основ аэрокосмического направления. | Слушатель раскрывает значение ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе; объясняет связь направления со STEM-подходом, функциональной, естественно-научной и технологической грамотностью; учитывает требования безопасности. |
| Физические основы и расчет | Корректность применения физических законов и инженерных расчетов.                         | Слушатель объясняет реактивное движение и силы, действующие на ракету; рассчитывает устойчивость, характеристики полета и параметры системы спасения; интерпретирует результаты и обосновывает выводы.                                           |
| Цифровое проектирование    | Корректность моделирования и симуляции.                                                   | Слушатель строит модель ракеты в OpenRocket, проводит симуляцию, анализирует предупреждения, выполняет параметрическое моделирование деталей и готовит их к изготовлению.                                                                        |

|                                           |                                                                    |                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Работа с учебными наборами                | Качество изготовления и сборки аппарата.                           | Слушатель определяет назначение компонентов набора; обрабатывает и собирает детали; выполняет монтаж узлов и системы спасения; проверяет качество сборки; выявляет и исправляет ошибки.                  |
| Электроника и спутникостроение            | Корректность монтажа и работоспособность полезной нагрузки.        | Слушатель выполняет монтаж и пайку модулей; организует питание; разрабатывает бортовое программное обеспечение; принимает и анализирует телеметрию; объясняет назначение подсистем наноспутника.         |
| Организация запуска и безопасность        | Соблюдение процедур и требований безопасности.                     | Слушатель готовит стартовую позицию; выполняет предполетный чек-лист; учитывает метеорологические ограничения; организует безопасное обращение с двигателями и воспламенителями; проводит разбор полета. |
| Методическая разработка                   | Готовность материала к применению на занятии.                      | Слушатель формулирует цель и ожидаемый результат; разрабатывает практическое задание или инструкционную карту; определяет критерии оценивания; предусматривает рефлексию и обратную связь.               |
| Проектная и соревновательная деятельность | Способность сопровождать командную работу и представление решения. | Слушатель анализирует регламент, предлагает стратегию, распределяет роли, фиксирует инженерные решения, готовит элементы инженерного журнала и публичной защиты.                                         |
| Профессиональная рефлексия                | Умение оценивать качество собственной работы.                      | Слушатель соотносит результат с критериями, определяет затруднения, предлагает способы доработки и видит возможности применения материала в собственной практике.                                        |

Оценивание результатов обучения по Программе обеспечивает проверку готовности слушателей к практическому применению ракетостроения и спутникостроения в образовательном процессе. Используемые методы позволяют оценить теоретическую подготовку, инженерный расчет, технические умения, работу с электроникой, методическое проектирование, проектную культуру, командную работу и способность слушателя организовать занятия по аэрокосмическому направлению в очном, дистанционном или смешанном формате.

## 9. Посткурсовое сопровождение

Посткурсовое сопровождение является продолжением работы со слушателями после завершения курса и направлено на поддержку применения полученных знаний и умений в педагогической практике. Его содержание связано с профессиональными действиями, которые осваиваются в ходе Программы: планирование занятий по ракетостроению и спутникостроению, организация практической работы обучающихся, обеспечение

безопасности при изготовлении и запуске аппаратов, разработка заданий, применение инструментов оценивания, сопровождение проектной и соревновательной деятельности.

Посткурсовое сопровождение проводится в очном, дистанционном или смешанном формате. Формат определяется с учетом потребностей слушателей, условий организации образования и характера запрашиваемой методической поддержки. Отдельное внимание уделяется поддержке при организации первых учебных запусков, поскольку именно этот этап требует наиболее тщательной подготовки и связан с вопросами безопасности.

План посткурсового сопровождения на учебный год:

| Период                                     | Содержание работы                                                                                                       | Формы сопровождения                                                                                                                                                                           | Ожидаемый результат                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Период обучения на курсе                   | Мониторинг удовлетворенности слушателей содержанием Программы и качеством проведения курса.                             | Анкетирование слушателей в первый и последний день обучения на курсе.                                                                                                                         | Получена обратная связь о содержании Программы, организации курса и готовности слушателей применять полученные компетенции в практике. |
| В течение 2 недель после завершения курса  | Анализ потребностей слушателей для определения направлений посткурсового сопровождения.                                 | Сбор и анализ профессиональных запросов, определение затруднений и направлений методической поддержки.                                                                                        | Определены основные направления посткурсового сопровождения с учетом потребностей слушателей и условий их практической деятельности.   |
| После определения потребностей слушателей  | Составление индивидуального плана посткурсового сопровождения.                                                          | Методическая и консультационная поддержка слушателей при выборе направления работы, темы занятия, проекта или практического задания.                                                          | Слушатель определяет индивидуальный план применения материалов курса в собственной педагогической практике.                            |
| В период реализации индивидуально го плана | Поддержка при планировании урока, занятия, организованной деятельности или мероприятия по аэрокосмическому направлению. | Методическая и консультационная поддержка, анализ плана занятия, обратная связь по структуре, практическому заданию, инструкционным материалам, критериям оценивания и вопросам безопасности. | Разработаны или доработаны материалы для применения ракетостроения и спутникостроения в образовательной практике.                      |
| При подготовке первого                     | Консультационная поддержка при организации стартовой                                                                    | Разбор предполетного чек-листа, требований к площадке и                                                                                                                                       | Слушатель готов самостоятельно организовать                                                                                            |

|                                    |                                                                                         |                                                                                                             |                                                                                                                                                 |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| учебного запуска                   | позиции и проведении с запуска обучающимися.                                            | метеорологическим условиям, порядка обращения с двигателями и воспламенителями, схемы действий при отказе.  | безопасный учебный запуск и разбор его результатов с обучающимися.                                                                              |
| По запросу организации образования | Анализ и оценка динамики изменений в практике педагогов.                                | Наблюдение уроков, занятий, организованной деятельности или мероприятий, обсуждение результатов наблюдения. | Определены изменения в практике педагога, выявлены успешные решения и зоны дальнейшего профессионального роста.                                 |
| В течение учебного года            | Организация мероприятий по обмену опытом применения слушателями полученных компетенций. | Методические встречи, консультации, обсуждение разработанных материалов и результатов запусков.             | Слушатели представляют опыт применения материалов курса, получают рекомендации и определяют направления дальнейшего совершенствования практики. |

План мероприятий по обмену опытом применения полученных компетенций:

| Период                           | Мероприятие                                             | Содержание                                                                                                                                           | Ожидаемый результат                                                                                   |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I квартал после завершения курса | Методическая консультация по внедрению материалов курса | Обсуждение первых шагов по применению материалов Программы, выбор темы занятия, практического задания или проекта по аэрокосмическому направлению.   | Слушатели определяют конкретные направления внедрения материалов курса в свою практику.               |
| II квартал                       | Практическая встреча по разработке учебных заданий      | Представление и обсуждение практических заданий, инструкционных карт сборки, предполетных чек-листов и критериев оценивания.                         | Доработаны учебно-методические материалы для проведения занятий по ракетостроению и спутникостроению. |
| III квартал                      | Обмен опытом организации проектной и командной работы   | Обсуждение опыта сопровождения командной работы, ведения инженерного журнала, проведения учебных запусков и подготовки обучающихся к аэрокосмическим | Обобщены практические решения слушателей по организации проектной и командной деятельности            |

|            |                                                                     | соревнованиям.                                                                                                                                  | обучающихся.                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| IV квартал | Итоговая методическая встреча по результатам применения компетенций | Представление результатов применения материалов курса, обсуждение затруднений, успешных решений и дальнейших профессиональных задач слушателей. | Сформированы рекомендации по дальнейшему применению аэрокосмического направления в образовательной практике. |

Результаты посткурсового сопровождения фиксируются в материалах, отражающих участие слушателя в сопровождении и применение полученных компетенций в практике. К таким материалам могут относиться индивидуальный план посткурсового сопровождения, план урока или занятия, практические задания для обучающихся, инструкционные карты, предполетные чек-листы, критерии оценивания, фрагменты инженерного журнала, материалы обратной связи, результаты наблюдения занятия или участия в мероприятиях по обмену опытом.

Посткурсовое сопровождение обеспечивает связь между результатами обучения на курсе и их применением в дальнейшей профессиональной деятельности. Оно помогает слушателю перейти от освоения материалов Программы к их использованию при проведении занятий по ракетостроению и спутникостроению, разработке практических заданий, организации проектной деятельности, оценивании результатов обучающихся и сопровождении командной или соревновательной работы.

## 10. Список основной и дополнительной литературы

### Основная литература

1. Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III.
2. Закон Республики Казахстан «О космической деятельности» от 6 января 2012 года № 528-IV.
3. Приказ Министра просвещения Республики Казахстан от 3 августа 2022 года № 348 «Об утверждении государственных общеобязательных стандартов дошкольного воспитания и обучения, начального, основного среднего и общего среднего, технического и профессионального, послесреднего образования».
4. Приказ Министра просвещения Республики Казахстан от 16 сентября 2022 года № 399 «Об утверждении типовых учебных программ по общеобразовательным предметам и курсам по выбору уровней начального, основного среднего и общего среднего образования».
5. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 249 «Об утверждении Концепции развития дошкольного, среднего, технического и профессионального образования Республики Казахстан на 2023—2029 годы».
6. Приказ Министра просвещения Республики Казахстан от 24 февраля 2025 года № 31 «Об утверждении Профессиональных стандартов для педагогов организаций образования».
7. Rocket Rise Engineering. Руководство пользователя учебного набора Zymyran Extra. — Астана: Rocket Rise Engineering, 2026.

8. Rocket Rise Engineering. Руководство пользователя учебного набора Skyblazer. — Астана: Rocket Rise Engineering, 2026.
9. Rocket Rise Engineering. Руководство пользователя учебного набора CubeSat. — Астана: Rocket Rise Engineering, 2026.
10. World Space Olympiad. Регламент соревнований по направлениям модельного ракетостроения и спутникостроения. — World Space Olympiad, 2026. — Электронный ресурс.
11. OpenRocket Technical Documentation. — OpenRocket Project. — Электронный ресурс.
12. Autodesk. Fusion 360 Learning and Training Resources. — Autodesk Inc. — Электронный ресурс.
13. OECD. PISA 2022 Results: Creative Thinking and Scientific Literacy. — Paris: OECD Publishing, 2024. — 430 p.
14. UNESCO. AI and Education: Guidance for Policy-makers. — Paris: UNESCO, 2021. — 51 p.
15. Bender W. N. Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century. — Corwin Press, 2022.
16. Smart Ziyatker. Официальный портал Республиканского учебно-методического центра дополнительного образования Министерства просвещения Республики Казахстан: методические материалы по направлениям дополнительного образования. — Электронный ресурс.

#### **Дополнительная литература**

1. Bell S. Project-Based Learning for the 21st Century Skills. — The Clearing House, 2022. — 28 p.
2. European Commission, Joint Research Centre. DigCompEdu: European Framework for the Digital Competence of Educators. — Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. — 134 p.
3. Полат Е. С. Педагогические технологии дистанционного обучения: учебник для вузов / под ред. Е. С. Полат. — 3-е изд. — Москва: Юрайт, 2025. — 392 с.
4. Ахметова Г. К. Цифровая трансформация педагогического образования в Казахстане: от ИИ до метавселенных. — Алматы: Эверо, 2025. — 240 с.
5. Селевко Г. К. Педагогические технологии XXI века: систематизация и практика применения. — Москва: Юрайт, 2022. — 352 с.
6. Хуторской А. В. Компетентностный подход и метапредметные результаты обучения. — Москва: Юрайт, 2021. — 256 с.
7. Журнал «Қосымша білім және тәрбие». — Республиканский учебно-методический центр дополнительного образования Министерства просвещения Республики Казахстан. — Электронный ресурс.