

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»
(РУДН)**

ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки:

01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Образовательная программа (профиль):

Баллистическое проектирование космических комплексов и систем

Квалификация выпускника:

магистр

1. Общие положения

1.1. Ответственность и порядок действий по подготовке и проведению государственных итоговых испытаний в РУДН, а также перечень, очередность, сроки прохождения документов, необходимых для осуществления государственной итоговой аттестации (ГИА), между структурными подразделениями определяет Порядок проведения итоговой государственной аттестации обучающихся.

Аттестация осуществляется государственной аттестационной комиссией (ГАК), в состав которой входят экзаменационные комиссии в соответствии с перечнем аттестационных испытаний. Составы комиссий утверждаются ректором университета. Решения экзаменационных комиссий и ГАК принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов.

1.2. ГИА по включает два вида аттестационных испытаний:

- 1) Государственный экзамен.
- 2) Защита выпускной квалификационной работы (ВКР).

1.3. Результаты каждого вида аттестационных испытаний, включенных в ГИА, определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Цели и задачи государственной итоговой аттестации

2.1. **Целью** ГИА является определение соответствия результатов освоения выпускником образовательной программы требованиям ОС ВО РУДН.

2.2. Задачи ГИА:

- проверка качества обучения студентов основным естественнонаучным законам и явлениям, необходимым в профессиональной деятельности;
- определение уровня теоретической и практической подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с получаемой квалификацией;
- установление степени стремления личности к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства;
- проверка сформированности устойчивой мотивации к профессиональной деятельности в соответствии с предусмотренными ОС ВО РУДН видами профессиональной деятельности;
- проверка способности находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность;
- обеспечение интеграции образования и научно-технической деятельности, повышение эффективности использования научно-технических достижений, реформирование научной сферы и стимулирование инновационной деятельности;
- обеспечение качества подготовки в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

3. Программа государственного экзамена

3.1. **Государственный экзамен проводится в письменной форме и включает в себя: тестовую часть (компьютерное тестирование с помощью тестирующих программ) и основную часть (в письменной форме).**

3.2. **В ходе государственного экзамена проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:**

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);

- способность применять современные коммуникативные технологии на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);
- способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);
- способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6);
- способность к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры (УК-7);
- способность решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1);
- способность совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач (ОПК-2);
- способность разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способность применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-1);
- готовность проводить инновационные инженерные исследования, критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности (ПК-2);
- способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения (ПК-3);
- способность использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки (ПК-4);
- - способность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной техники и информационных технологий, а также современные информационные, компьютерные технологии (ПК-5);
- способность и готов проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований (ПК-6);
- способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной научно-исследовательской работы в соответствии с предъявляемыми требованиями (ПК-7);
- владение процедурами защиты интеллектуальной собственности (ПК-8);
- способность анализировать и выработать рекомендации при проведении исследований динамики полета ЛА и управления аэрокосмическими системами на основе применения специализированного программного обеспечения (ПК-9);
- способность разрабатывать математические и компьютерные модели функционирования аэрокосмических объектов (ПК-10).

3.3. Объем государственного экзамена:

- тестовая часть экзамена – 25 вопросов, выбранных случайным образом (тестирующей программой в ТУИС) из базы вопросов по данной образовательной программе;
- основная часть экзамена: 20 билетов по 5 вопросов.

3.4. **Содержание государственного экзамена** (примерный перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен)

Раздел 1. Математический анализ, высшая алгебра, дифференциальные уравнения, комплексный анализ

1. Вещественные числа. Лемма о вложенных отрезках. Лемма о конечном покрытии. Лемма о предельной точке. Мощность континуума. Предел функции в точке. Теоремы Вейерштрасса об ограниченности и достижимости точных граней. Теоремы Ферма, Ролля, их геометрический смысл.
2. Непрерывность функции одной переменной, свойства непрерывных функций.
3. Функции многих переменных, полный дифференциал. Достаточные условия дифференцируемости. Градиент.
4. Числовые ряды. Сходимость рядов. Критерий сходимости Коши. Достаточные признаки сходимости.
5. Абсолютная и условная сходимость рядов. Свойства абсолютно сходящихся рядов. Умножение рядов.
6. Степенной ряд; Ряд Тейлора; Достаточное условие разложимости функции в ряд Тейлора.
7. Интеграл Римана как предел по базе. Необходимое условие интегрируемости. Классы интегрируемых функций. Свойства интеграла Римана. Первая теорема о среднем.
8. Формулы Гаусса-Остроградского и Стокса.
9. Линейные пространства, их подпространства. Базис. Размерность. Теорема о ранге матрицы. Система линейных уравнений. Теорема Кронекера-Капелли.
10. Линейные отображения, операции с матрицами, решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса. Теорема о неявной функции.
11. Евклидово пространство. Ортонормированные базисы. Ортогональные матрицы. Симметрические преобразования. Приведение квадратичной формы к главным осям.
12. Дифференциальные уравнения первого порядка. Теорема о существовании и единственности решения.
13. Линейное дифференциальное уравнение второго порядка. Линейное однородное уравнение. Линейная зависимость функций. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Линейное неоднородное уравнение.
14. Линейное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами.
15. Комплексные числа, формула Муавра. Функции комплексного переменного, их производные. Условия Коши-Римана.

Раздел 2. Численные методы и методы оптимизации

1. Запись чисел в ЭВМ. Параметры машинной арифметики. Абсолютная и относительная погрешности.
2. Постановка задачи интерполирования. Интерполяционный многочлен Лагранжа, оценка остаточного члена. Многочлены Чебышева и их свойства. Минимизация погрешности остаточного члена интерполяционной формулы.
3. Численное дифференцирование. Примеры построения формул численного дифференцирования.
4. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса с выбором главного элемента, методом вращений.
5. Численные методы решения систем нелинейных уравнений. Модифицированный

метод Ньютона.

6. Метод Эйлера решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Явные методы Рунге-Кутты решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения. Способы автоматического выбора шага.

7. Метод стрельбы для решения краевой задачи.

8. Построение разностных схем методом неопределённых коэффициентов. Повышение порядка аппроксимации. Линейное программирование. Симплекс-метод.

9. Конечномерная оптимизация в задачах без ограничений. Теорема Ферма. Критерий Сильвестра. Необходимые и достаточные условия экстремума.

10. Вариация по Лагранжу, производная по Гато, Фреше, связь между ними.

11. Вариационное исчисление. Задача классического вариационного исчисления. Задача Больца.

12. Изопериметрическая задача. Задача с подвижными концами.

13. Задача Лагранжа.

14. Задача оптимального управления в понтрягинской форме. Принцип максимума Л.С. Понтрягина.

15. Градиентные методы прямой оптимизации в конечномерных пространствах.

Раздел 3. Теоретическая механика, механика полета ракет-носителей и космических аппаратов

1. Кинематика точки. Теоремы о сложении скоростей и ускорений.

2. Плоскопараллельное движение твердого тела. Центр скоростей. Центроиды. Формула Эйлера распределения скоростей в твердом теле. Формула Ривальса распределения ускорений в твердом теле.

3. Сферическое движение твердого тела. Теорема о сложении угловых скоростей. Аксоиды. Углы Эйлера.

4. Динамика точки. Законы Ньютона. Принцип детерминированности.

5. Динамика относительного движения точки. Вес тела на вращающейся Земле.

6. Первые интегралы уравнений движения. Фазовая плоскость. Фазовый портрет математического маятника.

7. Законы Кеплера. Задача Кеплера. Первые интегралы задачи Кеплера.

8. Момент инерции. Тензор инерции. Центр масс. Теорема Гюйгенса-Штейнера.

9. Общие теоремы динамики для системы свободных материальных точек. Первые интегралы.

10. Определение связей, наложенных на систему. Примеры голономных и неголономных, стационарных и нестационарных связей. Обобщенные координаты.

11. Уравнения Лагранжа второго рода. Обобщенные силы. Функция Лагранжа.

12. Первые интегралы уравнений Лагранжа второго рода.

13. Линеаризация уравнений Лагранжа второго рода в окрестности устойчивого положения равновесия.

14. Уравнения Гамильтона. Первые интегралы.

15. Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби.

Раздел 4. Баллистика и навигация ракет-носителей и космических аппаратов, проектирование орбитальных маневров

1. Задача 2-х тел. Четыре составляющие ограниченной задачи 2-х тел.

2. Сфера притяжения. Сфера действия планеты. Сфера влияния планеты.

3. Системы координат, используемые при изучении движения КА.

4. Радиальная, трансверсальная составляющая скорости КА. Секториальная скорость КА.

5. Уравнение орбиты. Линия апсид, перицентр, апоцентр, угол истинной аномалии, фокальный параметр, эксцентриситет, большая полуось. Первая космическая скорость, параболическая скорость, гиперболическая скорость.

6. Кеплеровы элементы невозмущенного движения. Линия узлов, узлы орбиты,

долгота восходящего узла, угловое расстояние перицентра или аргумент перицентра, наклонение орбиты, аргумент широты.

7. Движение КА по эллиптической орбите. Истинная, эксцентрическая, средняя аномалии. Движение КА по круговой орбите, параболической орбите, гиперболической орбите.

8. Возмущенное движение КА. Общая характеристика возмущений. Внешние по отношению к КА причины, разброс исходных данных, внутренние процессы в КА. Вековые и периодические возмущения.

9. Метод оскулирующих элементов. Момент оскуляции, оскулирующая орбита, оскулирующая плоскость, оскулирующие элементы. Уравнение Ньютона-Эйлера. Преимущества метода. «Вековые» члены.

10. Аэродинамическое воздействие на КА. Основной возмущающий аэродинамический фактор. Плотность атмосферы. Атмосферные возмущения. Время существования КА на орбите. Критическая орбита.

11. Модели гравитационного поля Земли. Центральное ньютоновское поле. Влияние нецентральности гравитационного поля. Действия возмущений, вызываемых учётом сжатия Земли. Возмущения, вызываемые притяжением Солнца и Луны.

12. Период обращения. Драконический, сидерический, аномалистический, оскулирующий, невозмущённый периоды обращения.

13. Задача маневрирования. Типы маневров по функциональному назначению.

14. Критерии оптимальности маневра. Идеальная и характеристическая скорость маневра.

15. Действие тангенциальной и нормальной управляющих сил. Их влияние на параметры орбиты.

4. Методические рекомендации по подготовке и сдаче государственного экзамена

4.1. Рекомендуемая литература

1) Болотин С.В., Карапетян А.В., Кугушев Е.И., Трещёв Д.В. Теоретическая механика. Учебник. - М.: Издательский центр «Академия», 2010. - 432 с. ISBN 978-5-7695-5946-4

2) Дёмин В.Г. Движение искусственного спутника в нецентральной поле тяготения. Москва-Ижевск. 2010. - 420 с. ISBN 978-5-93972-851-5

3) Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И. Математические аспекты классической и небесной механики. «Современные проблемы математики. Фундаментальные направления. Т.3» М., 1985. - 304 с.

4) Баранов А.А., Разумный В.Ю. Формирование и поддержание орбит МКА с помощью двигателей малой тяги. – Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2010. – № 52. – 32 с.

5) Баранов А.А. О геометрическом решении задачи импульсного многовиткового перехода между близкими околокруговыми компланарными орбитами. – Препринт Института прикладной математики им. М. В. Келдыша АН СССР, 1985, №64. – 27 с.

6) Охоцимский Д.Е., Сихарулидзе Ю.Г. Основы механики космического полета. Учебное пособие. – М.: Наука, 1990. – 448 с.

7) Лоуден Д.Ф. (Lawden D.F.) Оптимальные траектории для космической навигации. – М.: Мир, 1966. – 152 с.

8) Чернов А.А., Чернявский Г.М. Орбиты спутников дистанционного зондирования Земли: Лекции и упражнения. – М.: Радио и связь, 2004. – 200 с.

9) Алексеев К.Б., Бебенин Г.Г., Ярошевский В.А. Маневрирование космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1970. – 232 с.

10) Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. – М.: Наука, 1965. – 540 с.

11) Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 534 с.

- 12) Херрик С. Астродинамика. – М.: Мир, 1978. – 359с.
- 13) Сихарулидзе Ю.Г. Баллистика летательных аппаратов. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. – 352 с.
- 14) Решетнев М.Ф., Лебедев А.А., Бартенев В.А., Красильщиков М.Н., Малышев В.А. Управление и навигация искусственных спутников Земли на околокруговых орбитах. – М.: Машиностроение, 1988. 336с.
- 15) Соловьёв Ц.В., Тарасов Е.В. Прогнозирование межпланетных полетов. – М.: Машиностроение, 1973. – 400 с.
- 16) Шарый С.П. Курс вычислительных методов. – Новосибирск, СО РАН, 2016 – 531 с.
- 17) Косарев В.И. 12 лекций по вычислительной математике (вводный курс). – М.: Физматкнига, 2013 – 240 с.
- 18) Жаров В.Е. Сферическая астрономия. – Фрязино, 2006 – 480 с.;
- 19) Брумберг В.А., Глебова Н.И., Лукашова М.В., Малков А.А., Питьева Е.В., Румянцева Л.И., Свешников М.Л., Фурсенко М.А. – Труды ИПА РАН. Вып. 10. Расширенное объяснение к "Астрономическому ежегоднику". СПб.: ИПА РАН, 2004 – 488 с.
- 20) Суханов А.А. Астродинамика. – М.: ИКИ, 2010 – 203 с.
- 21) Петухов В.Г. Механика космического полета. Часть 1. Задача двух тел. Учебно-методическое пособие. 2005 – 39 с.
- 22) Гаруздян Г.А. Теория межпланетных перелетов. – М.: Наука, 1992 – 353 с.
- 23) Эскобал П. Методы определения орбит. – М.: Мир, 1970 – 472 с.
- 24) Авдюшев В.А. Численное моделирование орбит небесных тел. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета. 2015. – 336 с.
- 25) Константинов М.С., Каменков Е.Ф., Перельгин Б.П., Безвербый В.К. Механика космического полета. – М.: Машиностроение, 1989 – 407 с.
- 26) Curtis H. Orbital mechanics for engineering students. – Elsevier, 2013 – 912 p.
- 27) Классические и современные методы теории автоматического управления. Учебник в 5-ти т.; 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
- 28) Пупков К.А. Моделирование и испытание систем автоматического управления. Уч. пособие. – М.: РУДН, 2014. – 98с.
- 29) Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. – М.: 2011. 849 с.
- 30) Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
- 31) Бахвалов Н. С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Наука, 1987.
- 32) Васильев Ф.П. Методы оптимизации. – М.: Факториал Пресс, 2002. – 824с.
- 33) Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. Москва.
- 34) Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. Т.1, Т.2 -М., 2006.
- 35) Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: Учеб. пособие. В 3 т. 2003, 2006.
- 37) Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа. - 7-е изд. - М.: Физматлит, 2004, 2006 - 572 с.
- 38) Ильин В.А., Ким Г.Д. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Учебник. - М.: Изд-во МГУ, 2007 - 400 с.
- 39) Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения.
- 40) Курош А.Г. Курс высшей алгебры.
- 41) Александров П.С. Курс по аналитической геометрии и линейной алгебре.
- 42) Шилов Н.Е. Введение в теорию линейных пространств.
- 43) Кудрявцев Л.Д. Математический анализ.
- 44) Шабат Б.В. Введение в комплексный анализ.

4.2. Дополнительные рекомендации

При подготовке к государственному экзамену студенту рекомендуется вспомнить основные функции и назначение специализированного программного обеспечения, выполнив несколько учебных заданий.

Тестовая часть государственного экзамена выполняется на компьютере в специализированной программе тестирования (ТУИС) без использования конспектов, учебников или иной справочной литературы, а также без использования электронной техники (кроме компьютера, на котором выполняется тест).

Основная часть Государственного экзамена проходит в письменном виде без использования конспектов, учебников или иной справочной литературы, а также без использования электронной техники.

5. Оценочные средства, предназначенные для установления в ходе аттестационных испытаний соответствия уровня подготовки выпускника требованиям соответствующего ОС ВО РУДН.

Оценка «5» (отлично, 86-100 баллов) ставится, если:

- полно раскрыто содержание материала экзаменационного билета;
- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;
- продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;
- точно используется терминология;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
- продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
- ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;
- продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;
- допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо, 69-85 баллов) ставится, если:

- вопросы экзаменационного материала излагаются систематизированно и последовательно;
- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
- продемонстрировано усвоение основной литературы.
- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно, 51-68 баллов) ставится, если:

- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
- усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;
- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
- при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации;
- продемонстрировано усвоение основной литературы.

Оценка «2» (неудовлетворительно, 0-50 баллов) ставится, если:

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;
- не сформированы компетенции, умения и навыки.

6. Требования к выпускной квалификационной работе

6.1. К защите ВКР допускаются выпускники, сдавшие государственный экзамен.

6.2. Защита ВКР проводится на открытом заседании ГЭК в виде устного представления ВКР с последующими устными ответами на вопросы членов ГЭК. Доклад и/или ответы на вопросы членов ГЭК могут осуществляться на иностранном языке.

6.3. В ходе защиты ВКР проверяется степень освоения выпускником следующих компетенций:

- способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);
- способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);
- способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);
- способность применять современные коммуникативные технологии на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) для академического и профессионального взаимодействия (УК-4);
- способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия (УК-5);
- способность определить и реализовать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6);
- способность к использованию цифровых технологий и методов поиска, обработки, анализа, хранения и представления информации в области прикладной математики и информатики в условиях цифровой экономики и современной корпоративной информационной культуры (УК-7);
- способность решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики (ОПК-1);
- способность совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач (ОПК-2);
- способность разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность комбинировать и адаптировать существующие; информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности (ОПК-4);
- способность применять знания на практике, в том числе составлять математические модели профессиональных задач, находить способы их решения и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата (ПК-1);
- готовность проводить инновационные инженерные исследования, критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности (ПК-2);
- способность ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения (ПК-3);
- способность использовать углубленные теоретические и практические знания, часть которых находится на передовом рубеже данной науки (ПК-4);
- способность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития вычислительной

техники и информационных технологий, а также современные информационные, компьютерные технологии (ПК-5);

– способность и готов проводить научные эксперименты, оценивать результаты исследований (ПК-6);

– способность оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной научно-исследовательской работы в соответствии с предъявляемыми требованиями (ПК-7);

– владение процедурами защиты интеллектуальной собственности (ПК-8);

– способность анализировать и выработать рекомендации при проведении исследований динамики полета ЛА и управления аэрокосмическими системами на основе применения специализированного программного обеспечения (ПК-9);

– способность разрабатывать математические и компьютерные модели функционирования аэрокосмических объектов (ПК-10).

6.4. Примерный перечень тем ВКР:

1. Исследование возможности гравитационного захвата малых тел планетами Солнечной системы.

2. Расчет маневров уклонения от столкновения с космическим мусором.

3. Проектно-баллистический анализ космического аппарата для исследования астероидов.

4. Траектория полёта и посадки космического аппарата на безатмосферное небесное тело.

5. Проектно-баллистический анализ орбитальных структур спутниковых систем непрерывного многократного обзора сферы.

6. Проектно-баллистический анализ комбинированных схем выведения космических аппаратов на геостационарную орбиту.

7. Оптимизация орбитальной структуры спутниковой системы непрерывного глобального обзора Земли.

8. Оптимизация перелета между орбитами искусственного спутника Земли.

9. Оптимизация полета космического аппарата на орбиту Марса.

10. Разработка системы управления для выведения космического аппарата на орбиту.

11. Разработка схемы прямого перелета на низкую окололунную орбиту.

12. Оптимизация орбитальной структуры спутниковой системы непрерывного обзора сферического слоя околоземного космического пространства.

6.5. Оценочные средства ВКР

Тема ВКР должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники. Тема ВКР может предусматривать использование результатов научных исследований сотрудников департамента механики и мехатроники института космических исследований и их развитие, может быть предложена руководителями предприятий (учреждений, организаций), что подтверждается письменной заявкой, направленной на имя ректора или первого проректора университета, с рекомендацией выбора темы ВКР, интересующей предприятие. Допускаются учебные темы ВКР для подготовки и постановки учебного процесса. Могут быть предложены темы для разработки комплексной ВКР группой студентов, каждый из которых детально разрабатывает частный вопрос общей темы.

Студентам предоставляется право выбора темы ВКР, в том числе они могут предложить свою тему с обоснованием целесообразности ее разработки.

Рекомендуется выбрать тему ВКР заблаговременно с тем, чтобы при выполнении курсовых работ (проектов) и программы практики, при чтении специальной литературы накапливать материал для глубокой и тщательной проработки темы. В этом случае предварительное закрепление темы ВКР оформляется в виде заявления студента, которое утверждается на заседании департамента (института).

Закрепление за студентом темы ВКР производится в виде задания на выполнение ВКР. Задание студенту выдает руководитель ВКР. Это задание оформляется в двух экземплярах, один из которых находится у студента, второй – в университете.

Сроки выполнения ВКР определяются рабочим учебным планом направления подготовки и указываются в задании на ВКР. Завершение оформления ВКР необходимо планировать не позднее, чем за 10 дней до начала работы ГАК.

Результаты защиты ВКР определяются на основе оценок:

- научного руководителя за качество работы, степень ее соответствия требованиям, предъявляемым к ВКР соответствующего уровня;
- рецензента за работу в целом, учитывая степень обоснованности выводов и рекомендаций, их новизны и практической значимости;
- членов ГАК за содержание работы, ее защиту, включая доклад, ответы на замечания рецензента.

Критерии оценивания ВКР

№ п/п	Оцениваемые составляющие ВКР	Критерии	Материал
1.	Постановка проблемы и ее обоснованность	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Актуальность темы работы и научной проблемы исследования ▪ Теоретическая и/или практическая значимость исследования ▪ Корректность постановки целей и задач исследования, их соответствие заявленной теме 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доклад ▪ Разделы текста работы, содержащие подстановку и описание задачи (введение, обзор литературы, теоретическая часть и т.п.) ▪ Отзывы научного руководителя и рецензента ▪ Ответы на вопросы
2.	Обзор литературы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ научно-теоретический уровень, полнота и глубина теоретического исследования ▪ количество использованных источников, в т.ч. на иностранных языках ▪ актуальность использованных источников ▪ качество критического анализа публикаций, их релевантность рассматриваемой проблеме 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доклад ▪ Разделы текста работы, содержащие описание проблемы, постановку задачи, место исследования в актуальной литературе по теме (введение, обзор литературы, теоретическая часть) ▪ Отзывы научного руководителя и рецензента ▪ Ответы на вопросы
3.	Проведение сбора, анализа и систематизации данных и информации	<ul style="list-style-type: none"> ▪ самостоятельность и качество результатов информационно-аналитических работ (сбора, анализа и систематизации данных/ информации); ▪ достоверность используемых источников информации; ▪ полнота представленных данных для решения поставленных задач (охват внешней и внутренней среды); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доклад ▪ Разделы текста работы, содержащие описание использованных для исследования данных и информации, и обоснование применяемых для сбора и анализа данных и информации методов и решений (обзор литературы, теоретическая часть, практическая часть, методологическая часть) ▪ Отзывы научного руководителя и рецензента ▪ Ответы на вопросы
4.	Проведение исследования	<ul style="list-style-type: none"> ▪ самостоятельность и качество эмпирического исследования; ▪ самостоятельность выбора и обоснованность применения моделей/методов количественного и качественного анализа. ▪ корректность использования методов анализа, оценки/расчетов в ходе эмпирического исследования 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доклад ▪ Разделы текста работы, содержащие описание практической части исследования, выводы и комментарии (введение, практическая часть, заключение) ▪ Отзывы рецензентов ▪ Отзыв научного руководителя ▪ Ответы на вопросы
5.	Общее заключение по работе	<ul style="list-style-type: none"> ▪ достоверность, новизна и практическая значимость результатов; ▪ самостоятельность, обоснованность и логичность выводов; ▪ полнота решения поставленных задач; ▪ самостоятельность и глубина исследования в целом; ▪ грамотность и логичность письменного изложения. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доклад ▪ Разделы текста работы, содержащие выводы и комментарии (введение, практическая часть, заключение) ▪ Отзывы научного руководителя и рецензента ▪ Ответы на вопросы

6.	Доклад и презентация	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ясность, логичность, профессионализм изложения доклада; ▪ наглядность и структурированность материала презентации; умение корректно использовать профессиональную лексику и понятийно-категориальный аппарат. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Доклад ▪ Отзыв научного руководителя ▪ Ответы на вопросы
7.	Ответы на вопросы	<ul style="list-style-type: none"> ▪ степень владения темой; ▪ ясность и научность аргументации взглядов автора; ▪ четкость ответов на вопросы. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ответы на замечания рецензентов ▪ Ответы на вопросы членов комиссии

7. Нормативные документы

«Регламент проведения государственной итоговой аттестации...», утвержден приказом ректора № 768 от 14.12.2015 (<http://quality.rudn.ru/file.php?id=340>).

«Порядок проведения итоговой государственной аттестации...», утвержден приказом Ректора № 790 от 13.10.2016 (<http://quality.rudn.ru/file.php?id=339>).

«Правила подготовки и оформления выпускной квалификационной работы...», утверждены приказом Ректора № 878 от 30.11.2016 (<http://quality.rudn.ru/file.php?id=338>).

«Регламент проверки письменных работ обучающихся в системе «Антиплагиат.РУДН», утвержден приказом Ректора № 228 от 30.03.2018 (http://quality.rudn.ru/admin_site/file.php?id=451).