

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Физический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ  Филимонов
«24» января 2025г

ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине
соответствующей научной специальности программы подготовки научных и
научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.3.1. Физика космоса, астрономия
шифр и наименование научной специальности

Томск – 2025

Авторы-разработчики:

*Руководитель ОП «1.3.1. Физика космоса, астрономия»
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры астрономии и космической геодезии*



Галушина Т.Ю.

1. Общие положения

1.1. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине соответствующей научной специальности программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

1.3.1. Физика космоса, астрономия

шифр и наименование научной специальности

(далее – Программа) сформирована на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки. Программа разработана для поступления на обучение в аспирантуру НИ ТГУ.

Программой устанавливается:

- форма, структура, процедура сдачи вступительного испытания;
- шкала оценивания;
- максимальное и минимальное количество баллов для успешного прохождения вступительного испытания;
- критерии оценки ответов.

Вступительное испытание проводится на русском языке.

1.2. Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.3. По результатам вступительного испытания, поступающий имеет право подать на апелляцию о нарушении, по мнению поступающего, установленного порядка проведения вступительного испытания и (или) о несогласии с полученной оценкой результатов вступительного испытания в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

2. Форма, структура, процедура, программа вступительного испытания и шкала оценивания ответов

2.1. Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в форме экзамена (письменно, устно или сочетанием обеих форм) в соответствии с перечнем тем и (или) вопросов, установленных данной Программой.

Структура экзамена:

Экзамен проводится по билетам.

2.2. Процедура проведения экзамена представляет собой сдачу экзамена в очной форме и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний):

очно и дистанционно.

Для дистанционных вступительных испытаний используются платформа «Среда электронного обучения iDO» и другие программы для организации видеоконференций. Для наблюдения за участниками экзамена и идентификации их личности в НИ ТГУ создана система прокторинга. Проктор (наблюдатель) перед началом каждого экзамена при помощи веб-камеры поступающего проводит инструктаж и собеседование по вопросам организации и проведения экзамена, идентификацию личности путем сравнения фото в паспорте и лица сдающего (поступающий показывает в веб-камеру свой паспорт в развернутом виде рядом со своим лицом).

Видео, транслируемое с веб-камеры участника экзаменов, доступно проктору для наблюдения и записывается на сервер для дальнейшего просмотра при возникновении спорных ситуаций.

2.3. Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом, в котором фиксируются вопросы экзаменаторов к поступающему. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

2.4. Программа экзамена.

Перечень вопросов к экзамену

1. Небесная (ICRS) и земная (ITRS) системы координат. Небесная опорная система координат (ICRF) и земная опорная система координат (ITRF)
2. Звездные каталоги, их построение и предназначение.
3. Измерение времени: шкала атомного времени IAT. Классические шкалы времени UT0, UT1, UT2, ET. Релятивистские шкалы времени TDT и TDB, TT, TCG, TCB.
4. Системы астрономических постоянных и их определение.
5. Закон притяжения Ньютона, силовая функция взаимного притяжения системы материальных точек, свойства силовой функции.
6. Задача n тел: постановка задачи, дифференциальные уравнения движения в абсолютных координатах, первые интегралы.
7. Уравнения относительного движения задачи n тел: уравнения в барицентрической системе координат, планетная форма уравнений, уравнения в координатах Якоби; первые интегралы.

8. Дифференциальные уравнения движения в цилиндрических и сферических координатах в задаче n тел, первые интегралы.
9. Уравнения Лагранжа второго рода. Канонические форма дифференциальных уравнений движения, понятие Гамильтониана, первые интегралы.
10. Канонические преобразования. Теорема Якоби. Метод Гамильтона–Якоби нахождения общего решения канонической системы дифференциальных уравнений.
11. Задача двух тел. Дифференциальные уравнения движения невозмущенного кеплеровского движения в абсолютной и относительной системах координат. Интегралы площадей и энергии, интегралы Лапласа.
12. Невозмущенное кеплеровское движение. Уравнение траектории движения в орбитальных прямоугольных и полярных координатах. Кеплеровские элементы орбиты, связь между постоянными интегралов площадей, интегралов Лапласа и интеграла энергии с кеплеровскими элементами.
13. Исследование невозмущенного движения: общие свойства, законы Кеплера, основные типы кеплеровского движения. Уравнение Кеплера. Определение типа движения по величине вектора Лапласа, по постоянной энергии.
14. Выражение прямоугольных координат и компонент скорости через кеплеровские элементы орбиты. Зависимость кеплеровских элементов невозмущенного движения от начальных условий: значений прямоугольных координат и компонент скорости в начальную эпоху.
15. Ряды невозмущенного эллиптического движения: разложение координат эллиптического движения в ряды Фурье, в ряды по степеням эксцентриситета, в ряды по степеням времени.
16. Теория возмущенного движения: метод Лагранжа вариации произвольных постоянных. Понятие оскулирующей орбиты и оскулирующих элементов. Основная операция.
17. Ограниченная задача трех тел. Уравнения движения в инерциальной и вращающейся системах координат. Интеграл Якоби.
18. Поверхности нулевой скорости (поверхности Хилла). Области возможного движения тела «нулевой массы». Топология поверхностей Хилла. Устойчивость движения по Хиллу.
19. Частные решения ограниченной задачи трёх тел (лагранжевы решения). Лагранжевы точки равновесия: коллинеарные и треугольные.
20. Теория возмущенного движения: уравнения Ньютона (Эйлера) в оскулирующих кеплеровских элементах.
21. Теория возмущенного движения: уравнения Лагранжа в оскулирующих кеплеровских элементах.
22. Методы приближенного интегрирования дифференциальных уравнений возмущенного движения: метод Пуанкаре малого параметра.

23. Метод Пикара интегрирования уравнений в оскулирующих кеплеровских элементах. Аналитическая структура возмущений.
24. Теория возмущенного движения: принципы разложения возмущающей функции.
25. Теорема Лапласа об устойчивости Солнечной системы. Современное состояние проблемы устойчивости Солнечной системы.

2.5. Шкала оценивания ответов на экзамене:

неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
до 59 баллов	60 – 75 баллов	76 – 84 баллов	85 – 100 баллов

Общая продолжительность экзамена составляет 45 минут.

Максимальное количество баллов за экзамен – 100. Минимальное количество баллов для успешного прохождения экзамена – 60. Поступающий, набравший менее 60 баллов за экзамен, не может быть зачислен в аспирантуру.

Таблица критериев оценки устных и письменных ответов (при наличии)

Вид деятельности		
Оценка	Балл	Уровень владения темой
неудовлетворительно	до 59	Неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях или отсутствие необходимых знаний.
удовлетворительно	60-75	Недостаточно полный объем ответа, наличие ошибок и пробелов в знаниях
хорошо	76-84	Правильный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.
отлично	85-100	Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений.

Вступительное испытание проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Итоговая оценка за экзамен определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии.