

**федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по научно-организационной  
деятельности

Ю.С. Ключков

«14» апрель 2022 г.

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

**для поступающих на обучение по программам подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**научная специальность**

**2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы**

Санкт-Петербург

2022

Руководитель ОП

к.т.н., доцент

О.В. Кочнева

Составители:

д.т.н., доцент

А.Н.Волков

д.т.н., доцент

А.Н. Тимофеев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом (протокол № 5 от «21» марта 2022 г.).

## **1. Область применения и нормативные ссылки**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

## **2. Структура вступительного экзамена**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Программа содержит перечень тем (вопросов) по специальной дисциплине соответствующей научной специальности **2.5.4. Роботы, мехатроника и робототехнические системы**

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух блоков:

- теоретический экзамен, проводимый очно в письменной и/или устной форме (максимальный балл – 100);
- портфолио (максимальный балл – 100).

Минимальное количество баллов для теоретического экзамена составляет 50 баллов.

При получении по теоретическому экзамену результата ниже минимального балла, портфолио не рассматривается и не суммируется с результатом теоретического экзамена.

### **2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио**

Максимальная возможная оценка за индивидуальные достижения (портфолио) составляет 100 баллов.

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может представить следующие документы, подтверждающие его достижения:

- a. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается представлением программы конференции, диплома (сертификата) участника.
- b. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.
- c. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.
- d. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

**Перечень достижений портфолио, учитываемых при приеме на обучение**

№ п/п	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	в журналах перечня ВАК;		10
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;		25
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.		15
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		10
	исполнителем		5
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		10
	– патент на полезную модель;		7
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		5
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		5
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		5

№ п/п	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций (изданиях типа Conference series и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
	за конференцию, индексируемую в базе данных Web of Science и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы данных).		5
	за прочие конференции.		3
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	Копия диплома	3

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

## 2.2. Структура и процедура проведения теоретического экзамена

Максимальная возможная оценка за теоретический экзамен составляет 100 баллов. Собеседование состоит из двух частей.

1) Ответ на вопросы в соответствии с научной специальностью будущей научно-исследовательской работы (диссертации).

Абитуриент выбирает билет, содержащий два вопроса из представленных в программе собеседования тем.

Абитуриенту предоставляется 30 минут на подготовку. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

2) Беседа по планируемому направлению исследований. Абитуриенту необходимо раскрыть следующие вопросы: предполагаемая тема научно-исследовательской работы, формулировка проблемы, цели ее исследования, новизна. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

## 2.3. Перечень тем для теоретического экзамена

### 1. Основы механики и теории автоматического управления

Механическая система. Постановка и решение задач статики, кинематики и динамики систем тел при наличии связей. Степени свободы и обобщенные координаты.

Составление выражений для кинетической и потенциальной энергии. Уравнения Лагранжа второго рода. Прямая и обратная задачи динамики. Типовые механизмы, их назначение и задачи их расчета. Кинематика механизмов, расчет распределений скоростей и ускорений. Расчеты деформаций звеньев механизмов. Колебания механизмов, расчет собственных частот и форм свободных колебаний. Расчет режимов вынужденных колебаний. Программные движения систем. Линеаризация уравнений динамики. Приводы и их типовые характеристики, методы управления приводами. Достоинства и недостатки пневмо-, гидро- и электроприводов. Механическая система, как объект управления. Структуры систем автоматического управления механическими системами. Учет ограничений по кинематическим параметрам, силам и моментам.

## **2. Основы мехатроники**

Краткая история становления мехатроники. Синтез наук в мехатронике (электроники, механики, компьютерных технологий). Предпосылки появления робототехники и мехатроники и ключевые факторы развития. Основные понятия, термины и определения, стандартизация в робототехнике. Принцип синергетической интеграции элементов робототехнических и мехатронных систем. Примеры мехатронных модулей и подсистем, их назначение, классификация, типовые кинематические схемы, особенности компоновочных решений и конструкций. Прецизионные механические системы в мехатронике; особенности конструкции и компоновки. Мехатронные устройства в микросистемном исполнении. Обобщенная структура типовой мехатронной системы. Принцип программно-аппаратной интеграции в реализации мехатронной системы. Социальное и экономическое значение достижений мехатроники.

## **3. Основы робототехники**

Основные этапы развития робототехники. Функциональное назначение и классификация роботов по областям применения. Промышленные роботы, вспомогательные и технологические роботы. Основные операции, выполняемые технологическими роботами: сварка (шовная и точечная), окрашивание, сборка, механообработка, контроль и измерения. Типовые конструкции отечественных и зарубежных манипуляционных промышленных роботов. Классификация промышленных роботов по типу кинематической схемы. Переносные и ориентирующие степени свободы. Роботы для экстремальных условий: для выполнения операций под водой, в космическом пространстве, при ликвидации последствий аварий и т.д. Мобильные роботы и телеоператоры. Транспортные роботы на колесных и гусеничных шасси. Шагающие роботы, экзоскелеты. Роботы, перемещающиеся по наклонным, вертикальным и произвольно ориентированным в пространстве поверхностям при различных принципах удерживания. Обобщенная функциональная схема, элементы и подсистемы роботов: манипуляторы; захватные устройства; рабочий инструмент; силовые агрегаты; механизмы разгрузки; системы очувствления; управляющие устройства; средства передвижения. Демонстрационные роботы и особенности требований к ним.

## **4. Робототехнические системы и комплексы**

Понятие робототехнической системы (РТС) и качественные особенности. Типовая структура и подсистемы РТС. Робототехника в современном автоматизированном производстве. Организация робототехнологических ячеек, участков и гибких

производственных систем. Требования к технологическому процессу и конструкции изделий, обусловленные спецификой сопряжения с роботами. Принципы построения информационно-измерительной структуры компьютеризированного производства, при создании и использовании РТС. Применение РТС в непромышленной сфере для выполнения сложных манипуляционных операций в недетерминированных условиях. Проблемы связанного управления многокомпонентными системами при необходимости координации движений. Мини- и микроробототехнические системы и комплексы, последние достижения в этой области. Особенности и сферы применения в настоящее время и в перспективе.

## **5. Математические модели роботов, манипуляционных механизмов и мехатронных систем**

Типовые системы координат, согласование систем координат с кинематическими схемами роботов, однородные координаты. Методы решения задачи о положении звеньев манипулятора; прямая и обратная задачи геометрии и кинематики манипулятора. Определение обобщённых координат, скоростей и ускорений звеньев манипулятора и рабочих органов. Особенности решения обратной задачи кинематики для механизмов со структурной избыточностью. Уравнения кинестатики манипуляционного механизма. Уравнения динамики манипулятора в матричной форме. Компьютерное составление уравнений динамики. Методы математического моделирования уравнений динамики манипуляционного механизма. Решение первой (обратной) и второй (прямой) задач динамики для манипулятора. Уравнения движения мобильного робота на колесных шасси. Кинематика и динамика колесных роботов, как механических систем с неголономными связями. Модели движения с колесных роботов учетом проскальзывания. Методы задания микроперемещений и управления микроперемещениями. Особенности динамики мини- и микроробототехнических и мехатронных устройств и систем. Моделирование динамики при использовании компьютерного пакета Simulink.

## **6. Исполнительные подсистемы в робототехнике и мехатронике**

Классификация приводов, используемых в робототехнике и мехатронике. Электромеханические приводы постоянного тока. Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока. Приводы переменного тока. Приводы на базе шаговых двигателей. Высокомоментные безредукторные приводы. Использование линейных двигателей и многофазных магнитов. Электрогидравлические и электропневматические приводы в робототехнике и мехатронике. Струйные системы управления пневматическими приводами. Энергетический расчёт силовых агрегатов и принципы выбора их элементов. Математическая модель исполнительной системы. Методы регулировочного расчёта приводов. Принцип подчиненного регулирования. Влияние нелинейных факторов на работу исполнительной системы. Методика расчёта и автоматизированного проектирования исполнительных систем. Электронные силовые подсистемы в мехатронике: принципы построения, основные характеристики и области применения. Особенности расчёта и программно-аппаратной реализации исполнительных систем в мехатронике.

## **7. Информационно-сенсорные системы в робототехнике и мехатронике**

Типы и виды информационных устройств систем, применяемых в робототехнике и мехатронике. Датчики внешней и внутренней информации. Датчики ближнего и дальнего действия, кинестетические датчики. Датчики положения, скорости, ускорения, сил и моментов, тактильные датчики. Применение лазерных и ультразвуковых дальномеров. Системы технического зрения; их структура, аппаратные средства. Предварительная обработка информации. Применение методов искусственного интеллекта в задаче распознавания объектов и анализа рабочей сцены. Системы силомоментного оцувствления; конструкции датчиков; способы обработки сигналов. Способы получения интегральной оценки рабочей сцены с использованием датчиков различной модальности. Взаимодействие информационно-сенсорной и управляющей систем робота или мехатронного агрегата.

## **8. Автоматическое управление манипуляционными механизмами и мехатронными системами**

Принцип кинематического управления манипулятором (по положению, по вектору скорости, по вектору силы). Полуавтоматическое, командное и копирующее управление, Методы динамического управления манипуляторами. Системы управления манипуляторами двустороннего действия (обратимые и необратимые, симметричные и несимметричные системы); методы анализа и синтеза таких систем. Оптимальное управление манипуляторами, критерии оптимизации; ограничения. Методы адаптивного управления роботами. Принципы обучения автоматических манипуляторов. Управление мобильными роботами; методы кинематического и динамического управления подвижной платформой. Управление робокаром. Управление мобильным роботом в условиях неопределённости на основе нечеткой логики. Методика кинематического и динамического расчёта механических прецизионных подсистем мехатронных модулей. Методика их точностного и силового расчётов; методы оптимизации движения механических подсистем. Системный подход при проектировании мехатронных систем; методы автоматизированного моделирования и проектирования. Современные методы интеллектуального управления мехатронными системами. Нейросетевое управление мехатронными системами.

## **9. Управление робототехническими системами**

Требования к управлению робототехническими системами. Постановка задачи управления робототехнической системой. Понятие мультиагентной системы. Математический аппарат теории распределенных систем управления. Конечные автоматы. Математическое описание робототехнологического комплекса как сети конечных автоматов. Представление технологического задания в виде сети Петри. Понятие об управляющей структуре. Методы синтеза управляющих структур. Способы реализации локальных управляющих сетей, включающих роботы и автоматизированное технологическое оборудование. Взаимодействие системы управления робототехнологического комплекса с системой управления современного компьютеризированного производства. Системы автоматизированного проектирования роботизированных технологических комплексов. Применение робототехнических систем в непромышленной сфере. Микроробототехнические системы: методы исследования, проектирования и оптимизации. Особенности управления мехатронными системами. Применение методов искусственного интеллекта для управления робототехническими



системами. Принципы диалогового и супервизорного управления и их применение в робототехнике.

## **10. Вычислительные средства робототехнических и мехатронных систем**

Принцип микропроцессорного управления. Структура и состав микропроцессорной системы для обработки информации и управления в РТС. Типовые схемы и способы программирования микропроцессоров. Архитектура микроконтроллера, работающего в реальном масштабе времени; особенности программного обеспечения. Организация интерфейса с оборудованием. Принципы построения мультипроцессорной системы управления роботом и робототехнических систем. Типы управляющих устройств, применяемых для управления промышленными роботами и робототехнологическими комплексами. Аппаратные средства реализации информационно-сенсорных систем, включая системы технического зрения. Использование универсальных компьютеров и рабочих станций для управления роботами и их программирования в режиме «off-line». Компьютерные управляющие подсистемы в мехатронике; принципы построения и архитектура аппаратной части.

### **2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена**

1. Переход от исходной содержательной постановки задач манипулирования к формализованной постановке программирования траекторий в базовой системе координат и законов движения при выдерживании ограничений на параметры движения.
2. Выбор числа степеней свободы манипулятора робота, исходя из требований к выполняемым технологическим операциям. Механизмы манипуляторов последовательной и параллельной структур, их достоинства и недостатки.
3. Прямая и обратная задачи геометрии и кинематики механизмов манипуляторов при различных кинематических схемах. Подходы к их моделированию.
4. Выбор типа и числа степеней свободы манипуляторов в зависимости от назначения (обслуживание станков и другого оборудования, точечная и шовная сварка, окраска и нанесение покрытий, механообработка). Сравнительный анализ различных кинематических схем.
5. Особенности конструкций и элементов подсистем роботов, предназначенных для работы в экстремальных условиях без человека (в космосе, под водой, в агрессивных средах и пр.).
6. Принципиальные, схемные и конструктивные решения транспортных роботов при различных видах несущих шасси: колесных, гусеничных, шагающих (многоногих) и пр. Их достоинства и недостатки. Способы и схемы управления их движением.
7. Процедура составления уравнений Лагранжа второго рода для механизмов манипуляторов роботов при исследовании динамики. Структура этих уравнений. Идеализированный случай независимости уравнений. Наличие перекрестных связей и их влияние на динамику.
8. Программирование движений многосвязных манипуляторов при позиционном и контурном автоматическом управлении. Критерии быстродействия и точности выполнения движений.

9. Задачи и методы решения задач оптимизации управлений. Учет влияния неопределенности, погрешностей получения информации о параметрах положения и движения, а также ограничений по мощности приводов.
10. Анализ преимуществ и недостатков электромеханических приводов для двигателей различных типов, комплектных приводов, пневмоприводов и гидроприводов. Влияние ограничений по скоростям и силам (моментам) при исследовании динамики манипуляторов.
11. Принципы копирующего управления манипуляторами в автоматизированных и ручных режимах, управление по вектору скорости и вектору силы.
12. Рабочие органы промышленных роботов. Захватные устройства зажимного типа, вакуумные, электромагнитные и пр. Технологические рабочие органы роботов для нанесения покрытия, механообработки и пр., требования к ним.
13. Демонстрационные роботы, области их использования. Типовые примеры. Особенности конструкций демонстрационных роботов для различных условий использования. Антропоморфные и зооморфные демонстрационные роботы.
14. Особенности математического моделирования динамики роботов при учете упругости звеньев и соединений в шарнирах для позиционного и контурного управления. Методика моделирования в среде Simulink.
15. Методы, методики и используемые технические средства при экспериментальном определении показателей точности манипуляционных роботов в режимах отработки программных траекторий и позиционирования в заданных точках. Нормирование показателей точности.
16. Типовые структуры мехатронных модулей и распределение требований к точности и надежности между их основными функциональными элементами. Связь мехатроники с теорией автоматического управления.
17. Особенности компоновки и конструктивного выполнения мехатронных модулей и их основных составных частей в зависимости от их назначения и основных технических требований.
18. Варианты назначения и состав типового роботизированного (робототехнического) комплекса. Требование единства логики, алгоритмического и программного управления робототехнического комплекса. Особенности и примеры использования единого интерфейса.
19. Методы и способы координации движений и этапов выполнения операций в робототехнических комплексах.
20. Мини- и микроробототехнические робототехнические комплексы и системы. Особенности принципов действия основных устройств и требований к их автоматическому управлению.
21. Физические величины, подлежащие измерению в роботах, робототехнических и мехатронных системах. Датчики положения, скоростей и ускорений. Варианты выходных сигналов и возможности обработки в аналоговой и цифровой формах.
22. Метрологические характеристики датчиков, используемых в мехатронике и робототехнике. Диапазоны, погрешности, стабильность и надежность.
23. Алгоритмы и программные средства тригонометрических преобразований координат и скоростей, сглаживания и регистрации выходных сигналов датчиков в робототехнике и мехатронике.

24. Принципы использования нечеткой логики при построении систем автоматического управления роботами, робототехническими комплексами и мехатронными системами.
25. Принципы интеллектуального управления. Структура и особенности нейросетевых структур и их применение в мехатронике при совместном управлении несколькими степенями свободы. Сравнение с традиционными способами автоматического управления.

### 2.5. Критерии оценки теоретического экзамена

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по сто бальной шкале.

**100 баллов** выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике.

**75 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

**50 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

**0 баллов** выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний.

### 2.6. Список рекомендуемой литературы

3. Артоболевский, Иван Иванович. Теория механизмов и машин : Учеб. для вузов / И.И. Артоболевский. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Наука, 1988. 639 с. : ил. ISBN 502013810X.
4. Лопота, Александр Витальевич (1978-). Основы проектирования техники : учебное пособие / А. В. Лопота, Е. И. Юревич ; Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики . Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 153 с. : ил. ; 20 см. ISBN 978-5-7422-5895-7.
5. Юревич, Евгений Иванович (1926-). Робототехника : учебное пособие / Е. И. Юревич ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики. Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2005. 299 с. : ил.
6. Попов, Евгений Павлович. Основы робототехники : введение в специальность : учебник для вузов по спец. "Робототехнические системы и комплексы" / Е. П. Попов, Г. В. Письменный. Москва : Высшая школа, 1990. 222, [2] с. : ил. ; 21 см. ISBN 5060016447.
7. Юревич, Евгений Иванович (1926-). Основы робототехники : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов 652000 "Мехатроника и робототехника" (специальность 210300 "Роботы и робототехнические системы") / Е. И. Юревич. 3-е изд. СПб. : БХВ-Петербург, 2010. VIII, 359 с. : ил. ; 24 см + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). ISBN 9785941579426.

## Приложение

### Сведения об достижениях портфолио кандидата для поступления по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СПбПУ

(Ф.И.О. кандидата для поступления в аспирантуру)			
(научная специальность)			
№ п/п	Индивидуальное достижение	Количество баллов за каждое достижение	Рейтинговая оценка показателя, общий балл
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе): в журналах перечня ВАК;	10	
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;	25	
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.	15	
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:		
	руководителем,	10	
	исполнителем.	5	
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:		
	– патент на изобретение;	10	
	– патент на полезную модель;	7	
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;	5	
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;	5	
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.	5	
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций (изданиях типа Conference series и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе): за конференцию, индексируемую в базе данных Web of Science и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы данных);	5	
	за прочие конференции.	3	
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру	3	
<b>Суммарный рейтинговый балл</b>			

Кандидат в аспирантуру

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ  
по аспирантуре института

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).