

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



Ю.С. Ключков

ПРОГРАММА

**вступительного испытания
по специальной дисциплине**

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

**научная специальность
1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин**

Санкт-Петербург

2022

Руководитель ОП

К.т.н.

О.Б.Шагниева

Составители:

д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН, профессор

А.В. Иванчик

д.ф.-м.н., профессор

А.В. Блинов

к.ф.-м.н., доцент

А.Н. Константинов

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 **1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин** 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.	<p>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.</p> <p>Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:</p> <p>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).</p> <p>за прочие конференции.</p>	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
			5
			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

Кинематика

1.1. Кинематика точки. Координатный и естественный способы задания движения. Криволинейные координаты и параметры Ламе. Кинематика сложного движения материальной точки.

1.2. Кинематика твердого тела. Угловая скорость. Кинематические уравнения для углов Эйлера, уравнения Пуассона. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Плоское движение твердого тела. Кинематика сложного движения твердого тела.

Динамика

1.1. Основные теоремы динамики. Теоремы об изменении количества движения и момента количества движения. Теорема о движении центра масс. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Теорема об изменении кинетической энергии. Основные теоремы динамики для относительного движения.

1.2. Специальные задачи динамики точки. Задача двух тел и ее решение. Классификация траекторий. Законы Кеплера для эллиптических траекторий. Основная задача внешней баллистики.

1.3. Классические задачи динамики твердого тела. Случаи Эйлера, Лагранжа, Ковалевской. Стационарные движения: перманентные вращения и регулярная прецессия. Гироскоп.

1.4. Лагранжева механика. Принцип Даламбера—Лагранжа. Конфигурационное многообразие системы с конечным числом степеней свободы. Обобщенные координаты. Виртуальные перемещения. Голономные и неголономные системы. Уравнения Лагранжа. Уравнения Лагранжа с множителями. Уравнения Рауса для систем с циклическими координатами. Первые интегралы уравнений Лагранжа.

Устойчивость движения

1.1. Основные понятия теории устойчивости движения. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Функции Ляпунова.

1.2. Устойчивость линейных стационарных систем. Критерий Рауса—Гурвица. Частотные критерии (критерии Михайлова, Найквиста). Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Понятие о критических случаях.

1.3. Устойчивость стационарных движений механической системы. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия и ее обобщения. Обращение теоремы Лагранжа. Коэффициенты устойчивости Пуанкаре. Влияние структуры сил на характер устойчивости положения равновесия.

Колебания

1.1. Колебания линейных стационарных систем. Нормальные координаты. Теоремы Релея. Вынужденные колебания. Амплитудно-частотные характеристики. Резонанс. Параметрический резонанс в линейных системах с периодическими коэффициентами. Влияние сил сопротивления на колебания линейных стационарных систем.

1.2. Колебания нелинейных систем. Амплитудно-частотные характеристики. Бифуркации стационарных состояний. Автоколебания.

Гамильтонова механика

1.1. Обобщенные импульсы. Преобразования Лежандра. Уравнения Рауса и Гамильтона. Первые интегралы. Скобки Пуассона. Теорема Лиувилля о фазовом объеме.

Интегральные инварианты Пуанкаре и Пуанкаре—Картана. Примеры на применение уравнений Гамильтона. Связь функции Гамильтона и полной энергии системы.

1.2. Канонические преобразования. Локальный критерий каноничности. Производящие функции. Метод Биркгофа нормализации гамильтониана. Уравнение Гамильтона-Якоби.

Механика управляемых движений.

1.1. Структурный анализ и линейный синтез управляемых систем. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость линейных систем. Критерии управляемости и наблюдаемости. Управление по принципу обратной связи. Стабилизация по первому приближению.

1.2. Оценивание состояния линейных систем. Фильтр Калмана. Совместная задача оценивания и управления.

1.3. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана. Связь принципа максимума с методом Беллмана.

Положения равновесия и их устойчивость

Положения равновесия. Необходимое и достаточное условие равновесия. Устойчивость равновесия по Ляпунову. Устойчивость консервативных систем; теорема Лагранжа – Дирихле. Критерий Сильвестра. Устойчивость обращенного маятника. Исследование устойчивости неконсервативных систем. Критерий Гурвица.

Колебания систем с одной степенью свободы

Малые колебания консервативной системы вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнения движения. Собственная частота колебаний. Потенциальная энергия предварительно напряженного упругого подвеса. Влияние диссипативных сил на свободные колебания. Логарифмический декремент колебаний. Выбор оптимального демпфирования.

Вынужденные колебания под действием произвольной вынуждающей силы. Решение в форме интеграла Дюамеля. Импульсная переходная функция. Система защиты от ударного воздействия. Вынужденные колебания под действием гармонической силы. Метод комплексных амплитуд. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Резонанс, способы борьбы с резонансом. Энергетические соотношения при вынужденных колебаниях. Коэффициент поглощения энергии. Вынужденные колебания под действием периодической силы; условия возникновения резонансных колебаний. Система защиты от вибраций. Элементы теории виброизмерительных приборов.

Введение в теорию нелинейных колебаний. Метод гармонического баланса. Гармоническая линеаризация. Свободные колебания консервативной системы с нелинейной упругой характеристикой. Вынужденные колебания системы с нелинейной упругой характеристикой. Вынужденные колебания системы с нелинейными силами сопротивления. Автоколебания в механических системах.

Колебания систем со многими степенями свободы

Малые колебания вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнений движения. Свободные колебания консервативной системы. Собственные частоты и формы главных колебаний. Положительность корней частотного уравнения. Ортогональность векторов форм колебаний. Модальная матрица. Колебания связанных маятников. Нулевые корни частотного уравнения; крутильные колебания ротора.

Колебания упругих систем. Матрица коэффициентов влияния. «Обратный» метод составления уравнений движения. Влияние диссипативных сил на свободные колебания. Свойства корней характеристического уравнения. Случай малой диссипации.

Вынужденные колебания под действием произвольных вынуждающих сил; решение в главных координатах, решение с помощью интеграла Дюамеля. Вынужденные колебания под действием гармонических сил. Метод комплексных амплитуд. Резонанс; способы борьбы с резонансом. Влияние малых диссипативных сил на резонансные колебания. Динамический гаситель колебаний. Критическая скорость вращающегося ротора.

Гироскопические силы. Дифференциальные уравнения колебаний гироскопических систем. Собственные частоты и формы колебаний. Колебания гироскопического маятника. Медленная и быстрая прецессия.

Колебания стержней

Продольные колебания стержней. Волновое уравнение. Граничные и начальные условия.

Собственные частоты и формы продольных колебаний. Ортогональность форм колебаний. Собственные частоты и формы свободных колебаний стержня с массой на конце. Вынужденные продольные колебания; решение в виде ряда по формам свободных колебаний. Учет сил сопротивления при продольных колебаниях стержня.

Дифференциальное уравнение изгибных колебаний стержня. Граничные и начальные условия. Собственные частоты и формы изгибных колебаний. Ортогональность форм колебаний. Вынужденные изгибные колебания. Учет сил сопротивления при изгибных колебаниях стержня.

2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Кинематика точки. Траектория, скорость и ускорение точки. Скорость и ускорение точки в полярных координатах. Естественный трехгранник.
2. Простейшие конечные перемещения твердого тела: поступательное, вращение, винтовое. Углы Эйлера. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки.
3. Плоское движение твердого тела. Мгновенный центр скоростей. Мгновенный центр ускорений.
4. Сложное движение точки. Скорости и ускорения точек при сложном движении.
5. Сложение мгновенных вращений твердого тела вокруг пересекающихся осей. Угловая скорость твердого тела – скользящий вектор. Кинематические уравнения Эйлера.
6. Сложение вращений твердого тела вокруг параллельных осей. Пара вращений. Сложение мгновенно поступательного и вращательного движений.
7. Общий случай сложения нескольких мгновенных движений твердого тела. Приведение общего случая к случаям простейших мгновенных движений.
8. Свободные и несвободные системы. Связи, их классификация. Системы голономные и неголономные. Возможные положения, скорости, ускорения и перемещения точек системы. Действительные и виртуальные перемещения. Число степеней свободы системы.
9. Элементарная работа сил системы. Работа сил, приложенных к твердому телу. Идеальные связи. Силовая функция. Потенциал. Элементарная работа сил системы в обобщенных координатах. Обобщенные силы и их вычисление.

10. Количество движения. Центр масс. Теорема об изменении количества движения системы в инерциальной системе отсчета. Теорема о движении центра масс.
11. Момент инерции твердого тела относительно оси. Моменты инерции относительно параллельных осей; теорема Гюйгенса – Штейнера. Эллипсоид инерции. Свойства осевых моментов инерции.
12. Момент количества движения (кинетический момент) системы относительно заданного центра. Кинетический момент системы для ее движения относительно центра масс. Теорема Кенига о вычислении кинетического момента.
13. Кинетическая энергия системы. Теорема Кенига о вычислении кинетической энергии. Закон сохранения полной механической энергии.
14. Задача двух тел. Уравнения движения. Интеграл площадей; второй закон Кеплера. Интеграл энергии. Интеграл Лапласа.
15. Задача двух тел. Уравнение орбиты; первый закон Кеплера. Зависимость характера орбиты от величины начальной скорости. Третий закон Кеплера.
16. Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Дифференциальные уравнения движения свободного твердого тела. Уравнения плоского движения твердого тела.
17. Дифференциальные уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Динамические уравнения Эйлера.
18. Случай Эйлера движения твердого тела вокруг неподвижной точки: регулярная прецессия в случае динамической симметрии тела; геометрическая интерпретация Пуансо.
19. Общая постановка задачи о движении тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Дифференциальные уравнения Эйлера – Пуассона и их первые интегралы.
20. Понятие о случаях интегрируемости Эйлера, Лагранжа и Ковалевской задачи о движении тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки.
21. Вынужденная регулярная прецессия динамически симметричного твердого тела. Основная формула гироскопии. Понятие об элементарной теории гироскопов.
22. Выражение реакций идеальных связей при помощи их уравнений и неопределенных множителей Лагранжа. Уравнения Лагранжа первого рода.
23. Принцип Даламбера-Лагранжа (общее уравнение динамики) — необходимое и достаточное условие, выделяющее действительные движения системы из ее кинематически возможных движений.
24. Принцип виртуальных перемещений (общее уравнение статики) — необходимое и достаточное условие равновесия системы с идеальными удерживающими связями.
25. Общее уравнение динамики в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода.
26. Разрешимость уравнений Лагранжа второго рода относительно обобщенных ускорений. Уравнения Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил. Функция Лагранжа.
27. Теорема об изменении полной механической энергии голономной системы. Случай консервативной системы. Гироскопические силы. Диссипативные силы, функция Рэля.

28. Устойчивость равновесия. Теорема Лагранжа-Дирихле об устойчивости консервативной системы. Влияние диссипативных и гироскопических сил на устойчивость. Условия неустойчивости.
29. Устойчивость по линейному приближению. Критерий Рауса-Гурвица. Критерий Михайлова.
30. Малые колебания консервативной системы в окрестности устойчивого положения равновесия. Главные колебания и их механический смысл.
31. Реакция линейной консервативной системы на периодическое воздействие. Резонанс.
32. Вынужденные колебания линейных диссипативных систем. Частотные характеристики для уравнения второго порядка. Случай системы уравнений. 33. Канонические уравнения Гамильтона. Преобразование Лежандра. Теорема Донкина. Физический смысл функции Гамильтона в случае консервативной системы. Интеграл Якоби.
34. Первые интегралы уравнений движения. Циклические координаты. Обобщенно консервативные системы.
35. Скобки Пуассона. Теорема Якоби-Пуассона.
36. Вариационный принцип Гамильтона.
37. Канонические преобразования. Критерий каноничности. Преобразование гамильтониана.
38. Свободные канонические преобразования.
39. Уравнение Гамильтона-Якоби. Полный интеграл. Теорема Якоби.
40. Положения равновесия. Необходимое и достаточное условие равновесия.
41. Устойчивость по Ляпунову. Устойчивость консервативных систем; теорема Лагранжа - Дирихле. Критерий Сильвестра.
42. Устойчивость обращенного маятника.
43. Исследование устойчивости неконсервативных систем по уравнениям первого приближения. Критерий Гурвица.
44. Малые колебания консервативной системы с одной степенью свободы вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнения движения. Собственная частота колебаний.
45. Потенциальная энергия предварительно напряженного упругого подвеса.
46. Влияние диссипативных сил на свободные колебания системы с одной степенью свободы. Логарифмический декремент колебаний.
47. Выбор оптимального демпфирования в колебательной системе с одной степенью свободы.
48. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием произвольной вынуждающей силы. Интеграл Дюамеля. Импульсная переходная функция.
49. Система защиты от ударного воздействия.
50. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием гармонической силы. Метод комплексных амплитуд. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Резонанс.
51. Энергетические соотношения при вынужденных гармонических колебаниях системы с одной степенью свободы. Коэффициент поглощения энергии.

52. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием периодической силы; условия возникновения резонансных колебаний.
53. Система защиты от вибраций.
54. Элементы теории виброизмерительных приборов.
55. Метод гармонического баланса в задаче о свободных колебаниях системы с нелинейной упругой характеристикой. Гармоническая линейаризация.
56. Вынужденные колебания системы с нелинейной упругой характеристикой под действием гармонической силы.
57. Вынужденные колебания в системе с нелинейными силами сопротивления под действием гармонической силы.
58. Автоколебания в механических системах.
59. Малые колебания консервативной системы со многими степенями свободы вблизи положения устойчивого равновесия. Линейаризация уравнений движения.
60. Свободные колебания консервативной системы со многими степенями свободы. Собственные частоты и формы главных колебаний.
61. Положительность корней частотного уравнения. Ортогональность векторов форм колебаний. Модальная матрица.
62. Колебания связанных маятников.
63. Нулевые корни частотного уравнения. Крутильные колебания ротора.
64. Колебания упругих систем. Матрица коэффициентов влияния. Обратный метод составления уравнений движения.
65. Учет сил трения при колебаниях системы со многими степенями свободы. Диссипативная функция.
66. Влияние диссипативных сил на свободные колебания системы со многими степенями свободы.
67. Малые диссипативные силы в системе со многими степенями свободы.
68. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы под действием произвольных вынуждающих сил. Решение в главных координатах.
69. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы под действием произвольных вынуждающих сил. Решение с помощью интеграла Дюамеля.
70. Вынужденные колебания под действием гармонических сил. Метод комплексных амплитуд. Резонанс.
71. Влияние малых диссипативных сил на резонансные колебания.
72. Динамическое гашение колебаний.
73. Критическая скорость вращающегося ротора.
74. Гироскопические силы. Дифференциальные уравнения движения гироскопических систем.
75. Собственные частоты и формы колебаний гироскопических систем.
76. Дифференциальные уравнения малых колебаний гироскопического маятника.
77. Решение дифференциальных уравнений малых колебаний гироскопического маятника.
78. Продольные колебания стержней. Волновое уравнение. Граничные и начальные условия.

79. Собственные частоты и формы продольных колебаний стержня. Ортогональность форм колебаний.
80. Собственные частоты и формы свободных колебаний стержня с массой на конце.
81. Вынужденные продольные колебания стержня; решение в виде ряда по формам свободных колебаний.
82. Учет сил сопротивления при продольных колебаниях стержня.
83. Дифференциальное уравнение изгибных колебаний стержня. Граничные и начальные условия.
84. Собственные частоты и формы изгибных колебаний стержня. Ортогональность форм колебаний.
85. Вынужденные изгибные колебания стержня; решение в виде ряда по формам свободных колебаний.
86. Учет сил сопротивления при изгибных колебаниях стержня.

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

1. П.А. Жилин. Динамика твердого тела. Учебное пособие. Изд-во Политехн. унта. 2015. — 640 с
2. П.А. Жилин. Рациональная механика сплошных сред. Учебное пособие. Изд-во Политехн. ун-та. 2012. — 584 с
3. П.А. Жилин. Теоретическая механика. Фундаментальные законы механики. Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2003. 340 с
4. Пальмов В.А. Элементы тензорной алгебры и тензорного анализа: Учебное пособие. — СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. — 109 с
5. П.А. Жилин. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерном пространстве. СПб: Нестор, 2001. 276 с.

6. Белецкий В. В. Очерки о движении космических тел. М: Изд-во ЛКИ, 3-е изд., 2008
7. Носов В.Н. Теоретическая механика для бакалавров. Учебное пособие, СПбГПУ, 2013, 204 с.
8. Ф.Ф. Прохоренко Теоретическая механика: Учебное пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. - 118с
9. Бидерман В.Л. Теория колебаний механических систем. - М.: Высшая школа, 1980.
10. Пановко Я. Г. Введение в теорию механических колебаний. М.: Наука, 1991.
11. Тимошенко С. П. Янг Д. Х. Колебания в инженерном деле. Пер. с англ. М.: Машиностроение, 1985.
12. Ден - Гартог Дж. Механические колебания. Пер. с англ. М., 1960.
12. Жилин П. А. Теоретическая механика: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001. – 146 с.
2. Е.Н. Вильчевская. Тензорная алгебра и тензорный анализ: учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 44 с.
13. Апфель П. Теоретическая механика. Т. 1, 2. М.: Физматгиз, 1960.
14. Лойцянский Л. Г. Курс теоретической механики. М.: Наука, 1983
15. Лурье А. И. Аналитическая механика / А. И. Лурье. М.: ГИФМЛ, 1961. – 824 с.
16. Журавлев В.Ф. Основы теоретической механики. М.: Наука, 1997.
17. Маркеев А.П. Теоретическая механика. М.: ЧеРо, 1999.
18. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. М.: Наука, 1965.
19. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости. М.: Физматлит, 1969.
20. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы теории колебаний. М.: Наука, 1988.
21. Уиттекер Е.Т. Аналитическая динамика. Изд-во Удмурдского университета, 1999.
22. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. М.: Наука, 1992.
23. Афанасьев В.Н., Колмановский В.Б., Носов В.Р. Математическая теория конструирования систем управления. М.: Высшая школа, 1998.
24. Белецкий В. В. Регулярные и хаотические движения твердых тел. Изд-во РХД, 2007
25. Чаплыгин С.А. Исследования по динамике неавтономных систем. Изд-во ЛКИ., 2007
26. Дубошин Г.Н. Небесная механика. Основные задачи и методы. М.: Наука, 1968
27. Бутенин Н.В. Введение в аналитическую механику. М.: Наука, 1971
28. Черноусько Ф.Л., Меликян А.А. Игровые задачи управления и поиска. М.: Наука, 1978

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	
Суммарный рейтинговый балл			

Кандидат в аспирантуру

(подпись)

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

(подпись)

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ
по аспирантуре института

(подпись)

(Ф.И.О).