

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



Ю.В. Фомин

## **ПРОГРАММА**

**вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

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

**научная специальность**

**2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами**

Санкт-Петербург

2026

Руководитель ОП:

Доцент, к.т.н., доцент



В. В. Потехин

Составители:

Профессор, д.т.н., профессор



Д. В. Ефанов

Доцент, к.т.н., доцент



Ю. Н. Кожубаев

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом (протокол № 4 «18» марта 2026 г.).

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

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований по программам 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 2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

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 60 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**

В портфолио указываются достижения поступающего в научной (научно-исследовательской), в том числе инженерно-технической, изобретательской областях. 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:

- 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.
- Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из ре-

дакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.

- Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.
- 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

№ п/п	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
	– 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.	<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. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:</p>	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 по результатам рассмотрения представленных документов, подтверждающих наличие достижений портфолио, на каждого поступающего составляется Лист рассмотрения индивидуальных достижений поступающего.

Портфолио представляется в полном объеме не позднее чем за три рабочих дня до теоретического экзамена.

## 2.2. Структура и процедура проведения теоретического экзамена

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

- 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.
- 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 Общая характеристика систем управления. Характеристики и математические описания объектов и звеньев систем автоматического управления. Устойчивость систем управления. Качество управления.

2 Средства автоматизации технологических процессов. Методы совместного проектирования организационно-технологических распределенных комплексов.

3 Методы планирования и оптимизации. Методы контроля, обеспечения достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения.

4 Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ (АСУТП, АСУП, АСПП и др.).

5 Общая характеристика имитационного моделирования. Базовые понятия системной динамики. Инструменты системной динамики. Основы методологии создания имитационных моделей. Последовательность и основные этапы создания моделей. Верификация и оценка качества моделей. Планирование, эксперимент и анализ результатов.

## 2.4. Перечень вопросов теоретического экзамена

1 Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления. Основные задачи теории управления. Классификация систем управления.

2 Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами в машиностроении. Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.

3 Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические

характеристики систем управления. Типовые динамические звенья и их характеристики.

4 Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

5 Управление в условиях неопределенности. Позитивные динамические системы: основные определения и свойства, стабилизация позитивных систем при неопределенности.

6 Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций.

7 Системы и комплексы АСУ. Основные принципы системного подхода к оценке состояния и управлению системами и комплексами.

8 Организация программного обеспечения АСУ. Технологии структурного и объективно-ориентированного программирования.

9 Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.).

10 Имитационное и компьютерное моделирование. Основные особенности имитационных моделей. Основные преимущества и недостатки имитационного моделирования. Сферы применения и основные подходы.

11 Фундаментальные модели поведения комплексных систем (общая характеристика). Модели динамики простых структур (экспоненциальный рост, поиск цели, колебания). Модели систем с несколькими петлями обратной связи (линейная система, S-образный рост).

12 Нелинейные модели (условия возникновения). Использование графических функций (правила и этапы написания). Модель зависимости от предшествующего пути. Простая модель Поля.

13 Модель распространения (Diffusion). Пороговые явления в системах (точки перелома). Модели эпидемий (SI и SIR-модели). Модели распространения инноваций (базовая модель Ф. Басса).

14 Дискретно-событийное моделирование. Способы учета времени. Компоненты и организация модели (модель Гордона).

15 Последовательность и основные этапы создания имитационной модели. Организационные аспекты проекта разработки имитационной модели (рабочая группа, заказчик, пользователи).

16 Качество моделей. Верификация, валидация. Процедура аккредитация. Стадии оценки качества моделей и их краткая характеристика

17 Требования к имитационным экспериментам. Типы имитаций. Методы анализа статистической информации (повторения, подинтервалы и циклы)

18 Планирование эксперимента с моделью (цели и виды планирования). Стратегическое планирование (критерий, модели эксперимента). Факторный анализ.

- 19 Математические модели параметров технологического процесса. Физический подход к интерпретации переменных, определяющих динамические качества технологических систем.
- 20 Использование нечеткой логики в качестве основы интеллектуальной системы управления параметрами технологического процесса. Разработка интеллектуальной системы для решения эвристических задач без участия человек.
- 21 Обоснование связи между значениями физических величин технологических параметров и терминами лингвистических переменных.
- 22 База правил нечеткого регулятора для обеспечения адаптации управляемого процесса при изменении внешних условий.
- 23 Многоуровневая компьютерная система управления промышленным комплексом. Аппаратная и программная часть для реализации системы управления.
- 24 Понятие модели системы. Моделирование. Классификация моделей. Основные признаки и целевой характер модели. Упрощение модели. Логические, физические и математические модели. Имитационное (компьютерное) моделирование.
- 25 Методы упрощения математических моделей. Основные типы моделей системы. Модель «чёрного ящика». Модель состава системы. Модель структуры системы. Структурная схема.
- 26 Источники неопределённости. Случайность. Неточность данных. Ошибки измерений, дискретизации, округления, квантования, нечеткость семантического описания, отсутствие или неполнота знаний, бифуркации.
- 27 Модели описания неопределённости. Вероятностный подход к построению статических моделей. Статистический подход к построению обратной характеристики объекта. Интервальная модель описания неопределенности. Нечеткая модель описания неопределенности.
- 28 Вероятностный (стохастический, статистический) подход к построению статических моделей. Черный ящик. Случайная величина. Функция плотности вероятности. Статистическая оценка. Входные, выходные переменные, шум.
- 29 Общая последовательность действий при построении прямой характеристики. Выбор модели описания неопределенности и неточности измерений эксперимента. Выбор вида функции. Проведение эксперимента. Оценка коэффициентов статической характеристики.
- 30 Контролируемый (активный) и неконтролируемый (пассивный) эксперимент. Условия их проведения. План эксперимента. Информационная матрица.
- 31 Статистический подход к построению обратной характеристики объекта. Особенности процедуры построения обратной функции.
- 32 Интервальная модель описания неопределённости. Понятие интервала. Интервальный анализ. Формы записи границ интервала, области их применения и взаимосвязь. Отличия от вероятностной и нечеткой форм описания неопределённости.

33 Нечеткая модель описания неопределенности. Нечеткие множества. Лингвистическая переменная, теория нечёткой логики и мягких вычислений. Функция принадлежности. Арифметика нечетких чисел.

34 Грубые (робастные) системы. Робастное управление. Параметрическая, структурная, и смешанная формы описания неопределённости.

35 Назначение и классификация адаптивных систем управления: по входному сигналу или возмущению, со стабилизацией свойств основного контура без непосредственной идентификации модели объекта; с эталонной моделью объекта; с идентификатором модели объекта; с блоком прогноза выхода объекта.

36 Система с использованием модели для компенсации влияния запаздывания. Системы с адаптацией по ошибке управления. Адаптивные экстремальные системы.

37 Назначение и характеристики распределенных систем управления. Распределенные системы управления в промышленности. Модели распределенной системы, физического устройства, ресурса, программного приложения. Архитектура системы с общей шиной.

38 Цифровой двойник технологических процессов. Концепция цифрового двойника. Модель обмена данными между физическим объектом и цифровой моделью. Структура цифрового двойника.

## 2.5. Критерии оценки теоретического экзамена

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по 100 балльной 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. Давыдов, Владимир Григорьевич (1942-). Автоматизированные системы комплексного мониторинга и управления технологическими процессами : учебное пособие / В. Г. Давыдов, В. Н. Хохловский ; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. Санкт-Петербург, 2019 : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. 1 файл (30,6 Мб). 10.18720/SPBPU/2/id19-192.
2. Соснин, Олег Михайлович. Основы автоматизации технологических процессов и производств : учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)" направления подготовки "Автоматизированные технологии и производства" / О. М. Соснин. Москва : Академия, 2007. 239, [1] с. : ил., табл. ; 21 см. (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление) . ISBN 978-5-7695-3623-6.
3. Молдабаева, М. Н. Автоматизация технологических процессов и производств / М. Н. Молдабаева. Москва : Инфра-Инженерия, 2019. 224 с. ISBN 978-5-9729-0330-6.
4. Иванов, Анатолий Андреевич. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А. А. Иванов ; Новосибирский государственный технический университет. 2 изд., испр. и доп. Москва : ФОРУМ, 2021. 224 с. ISBN 978-5-00091-521-9. ISBN 978-5-16-106293-7. ISBN 978-5-16-013636-3.
5. Васильев, Алексей Евгеньевич. Автоматизированные информационно-управляющие системы. Встраиваемые интеллектуальные системы нечеткого управления : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Системный анализ и управление" / А. Е. Васильев ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. 104 с. : ил. ; 20 см. ISBN 978-5-7422-4022-8.
6. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник для вузов : в 3 т. / А. И. Баркин, Е. М. Воронов, Н. Д. Егупов [и др.] ; под ред. Н. Д. Егупова. . Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. (Методы теории автоматического управления: Учебники и учебные пособия) . ISBN 5-7038-1579-7. Т. 2: Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления. 2000. 735 с. : ил. ISBN 5-7038-1627-0.
7. Ротач, Виталий Яковлевич. Теория автоматического управления : учебник для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (энергетика)" / В. Я. Ротач. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Изд. дом МЭИ, 2008. 394 с. : ил. ; 25 см. ISBN 978-5-383-00326-8.
8. Юревич, Евгений Иванович (1926-2020). Теория автоматического управления / Е. И. Юревич. 4-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2016. 560 с. : ил. ; 25 см. (Учебная литература для вузов) . ISBN 978-5-9775-3717-9.
9. Мирошник, Илья Васильевич. Теория автоматического управления : Нелинейные и оптимальные системы : учеб. пособие для вузов по направл. 550000 - "Технические науки" и спец. 650000 - "Техника и технологии" дисциплине

"Теория автоматического управления" / И. В. Мирошник. Москва [и др.] : Питер, 2006. 271 с. : ил. (Учебное пособие) . ISBN 5-469-00351-5.

10. Ким, Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления : учебник для вузов по направлению "Автоматизация и управление" / Д. П. Ким. Изд. 2-е, испр. и доп. М. : Физматлит, 2007. Т.1: Линейные системы. 2007. 310 с. : ил. ; 23 см. ISBN 978-5-9221-0857-7.

11. Ким, Дмитрий Петрович. Теория автоматического управления : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Автоматизация и управление" / Д. П. Ким. М. : Физматлит, 2003-2004. Т.2: Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. 2004. 463 с. : ил. ; 22 см. ISBN 5-9221-0534-5.

12. Рапопорт, Эдгар Яковлевич. Структурное моделирование объектов и систем управления с распределенными параметрами : учеб. пособие для вузов по спец. "Управление и информатика в технических системах" / Э. Я. Рапопорт. Москва : Высшая школа, 2003. 298, [1] с. : ил. ; 21 см. ISBN 506004694X.

13. Колмогоров А.Н. и др. Теория систем. Математические методы и моделирование: М.: Мир, 1989.

14. Козлов В.Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений, 2011. URL: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/2887.pdf>

15. Островский Г.М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация: Москва: Лаборатория знаний, 2020. URL: <https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=350138>

16. А.Б. Барский. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений. – М.: Финансы и статистика, 2004.

17. М.Б. Бровкова. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. Пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004.

18. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2001.

19. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта. М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2001. 352 с.

20. Джексон П. Введение в экспертные системы. М. Издательский дом "Вильямс", 2001. 624 с.

21. Островский Г.М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация: Москва: Лаборатория знаний, 2020. URL: <https://ibooks.ru/reading.php?short=1&productid=350138>.

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

№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	категория К1;		25
	категория К2;		15
	категория К3.		10
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	5
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, 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, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий:	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
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 международных базах данных		5

	за конференцию, индексируемую в российских базах данных		<b>3</b>
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	Копия диплома	<b>3</b>
6.	Заверенная копия протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра(специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	Протокол	<b>5</b>

Кандидат в аспирантуру

(подпись)

(Ф.И.О.)

Предполагаемый научный руководитель

(подпись)

(Ф.И.О.)

Ответственный по аспирантуре  
от Гуманитарного института

(подпись)

(Ф.И.О.)