

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



УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по научно-организационной
деятельности**

Ю.С. Клочков

«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

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

Санкт-Петербург

2022

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 2.3.3 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 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.

- 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	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
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	Научные (научно-исследовательские) достижения	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 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, АСТПП 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, АСПП 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 Вероятностный (стохастический, статистический) подход к построению статических моделей. Черный ящик. Случайная величина. Функция плотности вероятности. Статистическая оценка. Входные, выходные переменные, шум.

28 Общая последовательность действий при построении прямой характеристики. Выбор модели описания неопределенности и неточности измерений эксперимента. Выбор вида функции. Проведение эксперимента. Оценка коэффициентов статической характеристики.

29 Контролируемый (активный) и неконтролируемый (пассивный) эксперимент. Условия их проведения. План эксперимента. Информационная матрица.

30 Статистический подход к построению обратной характеристики объекта. Особенности процедуры построения обратной функции.

31 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.

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

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

34 Подсистемы АСУ и уровни управления. Адаптивные системы автоматического управления. Адаптивные и проактивные компьютерные системы

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

36 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.