

**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

**2.5.1. Инженерная геометрия и компьютерная графика.
Цифровая поддержка жизненного цикла изделия.**

Санкт-Петербург

2022

Руководитель ОП

Д.т.н., доцент

С.В. Мещеряков

Составители:

Д.т.н., доцент

С.В. Мещеряков

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 **2.5.1. Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия.**

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:

а. 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.

б. 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.

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

г. 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. 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

2.3.1. Начертательная геометрия

История развития начертательной геометрии.

Операция проецирования, проецирование на плоскость и поверхность. Использование различных множеств прямых и кривых линий: связок, конгруэнции, комплексов. Инварианты проецирования.

Методы графического отображения трехмерного пространства на плоскость. Понятие полного, метрически определенного (обратимого) чертежа на основе параметрического подхода.

Нелинейные графические модели пространства, метризация моделей.

Основные геометрические схемы построения обратимых чертежей. Метод двух изображений и метод двух следов. Эпюр Монжа как схема построения обратимого чертежа на основе внешней параметризации оригинала. Аксонометрия' как схема построения обратимого чертежа на основе внутренней параметризации оригинала. Схема построения технического чертежа (применяемого на производстве) как схема, основанная на применении внутренней параметризации оригинала. Перспектива. Расширенное евклидово пространство. Несобственные фигуры. Координатный метод построения перспективы при внешней параметризации оригинала. Метод архитекторов как схема построения перспективы при внутренней параметризации оригинала. Перспектива на наклонной плоскости. Реконструкция перспективы. Проекция с числовыми отметками. Геометрическая схема построения обратимого чертежа. Параметрическая оценка метода. Отображение прямых и плоскости, отображение поверхностей.

Основные понятия номограммно-координатного способа моделирования пространства. Номографические методы отображения пространства. Коррелятивные модели сетчатых номограмм. Номограммы для эмпирических зависимостей.

Кривые линии. Классификация кривых. Определитель кривой. Способы образования и задания кривых. Свойства проекции кривых.

Поверхности. Определитель поверхности. Параметризация и полнота задания поверхности на чертеже. Кинематический и каркасный методы задания поверхностей на чертеже. Дискретные каркасы (точечный, линейный и сетчатый).

Решение позиционных задач на чертеже. Критерий задания оригинала на чертеже для решения позиционной задачи. Метод посредника.

Понятие метрики пространства. Восстановление метрики трехмерного пространства на обратимом чертеже (метод прямоугольного треугольника). Преобразования на различных чертежах при условии сохранения метрики оригинала. Получение преобразований плоскости как моделей плоскостей и поверхностей в методе двух изображений. Родство – модель плоскости на чертеже. Методы решения метрических задач на чертежах различных видов. Применение геометрических преобразований для решения метрических задач на чертежах.

Приложения методов решения позиционных и метрических задач для решений задач в области машиностроения и строительства (конструирование сложных поверхностей, вертикальная планировка площадок в архитектуре и строительстве).

Отображение эффекта освещенности оригинала на чертеже (тени). Основные понятия и определения теней. Геометрическая схема построения собственной и падающей тени. Задача построения теней как построения проекции при некотором направлении проецирования, совпадающем с направлением луча света, освещающего оригинал. Основные методы построения теней. Применение вспомогательных экранов и касательных поверхностей. Построение теней на чертеже, состоящем из ортогональных проекций. Построение теней в аксонометрии, перспективе и в проекциях с числовыми отметками.

2.3.2. Инженерная графика

Система стандартизации современной инженерной графики (ЕСКД, ЕСТД, СПДС) и проблемы ее развития в связи с появлением и развитием средств автоматизации, вычислительной техники и САПР-, CALS- технологий.

Основные понятия о базах и базировании в машиностроении, строительстве и архитектуре. Виды баз. Параметрическая модель базирования. Основные и вспомогательные базы. Иерархия баз в сложном составном инженерном объекте и ее использование для описания процесса детализации составного объекта. Отображение баз на чертежах.

Конструирование двумерных составных фигур с нанесением минимального, но необходимого количества размеров для их воспроизведения. Теория параметризации как основа для формализации процесса конструирования двумерных составных фигур.

Конструирование трехмерных составных фигур на основе параметризации и на базе их обратимых чертежей. Понятие о размерном и параметрическом графе трехмерного объекта. Теория параметризации как основа для формализации процесса конструирования трехмерных составных фигур.

Недостаточно детерминированные процессы, сопровождающие инженерную графику: чтение чертежа; проверка чертежа; выбор и размещение изображений и текстовых фрагментов, формирующих чертеж. Применение для формализации недостаточно детерминированных процессов специальных технологий: эвристического и имитационного моделирования.

Разработка новых процессов и моделей инженерной графики на основе CALS - технологий.

Организация электронных архивов чертежно-конструкторской, технологической и эксплуатационной документации.

2.3.3. Машинная (компьютерная) графика

Основные понятия и определения машинной графики. Системы координат (мировая, пользовательская, приборная). Ввод координат (декартовы, сферические, цилиндрические). Виды пиктограмм.

Представление и хранение изображений. Примитив вывода, сегмент. Каркасное представление. Примитив ввода. Понятие изображения, пространство визуализации, физическое пространство, Пиксель, величина инкремента, растровая единица, шаг графопостроителя. Гашение, мерцание изображения. Линейная и растровая графика

Функциональные устройства машинной графики. Графический терминал. Дисплей, плазменные панели. Различные устройства вывода изображений планшетные, растровые, электростатические. Устройства ввода (колесо, мышь, планшет и др.).

Процессы и методы функционирования. Повторная генерация изображения, регенерация, эхо, курсор, трассировка, метод резиновой нити, метод буксировки, выделение. Аппарат однородных координат. Матричные операции при выполнении различных аффинных преобразований. Отсечение, экранирование, окно, различные виды переноса окна с изображением. Фоновое изображение, накладываемое изображение.

Визуализация пространственных объектов. Виды аппаратов проецирования. Методы и способы отображения различных видов моделей объектов с удалением

невидимых линий и поверхностей. Использование визуализации объекта для автоматизированного формирования чертежно-конструкторской и технологической документации. Методы и способы построения фотореалистичных изображений пространственных объектов и сцен.

Графические пакеты и системы. Эволюция развития и классификация пакетов. Ранние этапы развития пакетов командно-ориентированные пакеты. Объектно-ориентированная технология разработки интерактивных систем. Структурно-лингвистический подход, применяемый при проектировании графического пакета (системы). Терминальный словарь в виде банка геометрических фигур – фрагментов чертежей. Порождающая и анализирующая грамматики. Системы, работающие в двумерном пространстве (2D-системы). Системы, ориентированные на объект (3D-системы). Интегрированные системы. Связанные и несвязанные системы. Связь интегрированных графических систем с САПР- и CALS- технологиями.

2.3.4. Геометрическое моделирование

Основы теории параметризации. Определение понятий параметр, система параметризации, геометрическое условие. Параметры формы, величины и положения. Системы параметризации, связь с системами баз. Параметризация формы и положения. Учет геометрических условий. Технологии параметризации двумерных и трехмерных геометрических объектов. Применение параметризации для конструирования двумерных и трехмерных фигур с подсчетом минимального и необходимого количества параметров, реализуемых на чертеже размерами.

Понятие об электронной модели изделия.

Каркасное моделирование. Формирование и ограничения каркасных моделей.

Поверхностное моделирование. Типы применяемых поверхностей, преимущества и недостатки поверхностного моделирования.

Твердотельное моделирование. Преимущества твердотельных моделей. Методы представления твердотельных моделей. Твердотельные примитивы. Порождающие грамматики (булевы операции, выдавливание и т.п.). Формирование разрезов и сечений твердотельных объектов. Проверка и редактирование твердотельных моделей.

Растровые методы геометрического моделирования. Понятие вокселя. Бинарное, квадрато- и октодерво. Операции над деревьями.

2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Операция проецирования, проецирование на плоскость и поверхность.
2. Методы графического отображения трехмерного пространства на плоскость.
3. Аксонометрия как схема построения чертежа на основе внутренней параметризации оригинала.
4. Перспектива. Координатный метод построения перспективы.
5. Кривые линии. Классификация кривых. Способы образования и задания кривых.
6. Поверхности. Параметризация и полнота задания поверхности на чертеже.
7. Технологии параметризации двумерных геометрических объектов.
8. Каркасное моделирование. Формирование и ограничения каркасных моделей.

9. Поверхностное моделирование. Типы применяемых поверхностей, преимущества и недостатки.
10. Твердотельное моделирование. Преимущества твердотельных моделей.
11. Система стандартизации современной инженерной графики (ЕСКД, ЕСТД, СПДС).
12. Основные понятия о базах и базировании в машиностроении, строительстве и архитектуре.
13. Параметрическая модель базирования. Основные и вспомогательные базы.
14. Иерархия баз и ее использование для описания процесса детализовки составного объекта.
15. Конструирование двумерных составных фигур с нанесением минимально необходимого количества размеров для их воспроизведения.
16. Теория параметризации для формализации конструирования двумерных составных фигур.
17. Конструирование трехмерных составных фигур на базе их обратимых чертежей.
18. Теория параметризации для формализации конструирования трехмерных составных фигур.
19. Чтение и проверка чертежа. Выбор и размещение изображений и текстовых фрагментов чертежа.
20. Организация электронных архивов чертежно-конструкторской, технологической и эксплуатационной документации.
21. Системы координат: мировая, пользовательская, приборная, декартовы, сферические, цилиндрические.
22. Линейная и растровая графика. Пиксель, величина инкремента, шаг графопостроителя.
23. Функциональные устройства машинной графики. Графический терминал. Дисплеи, плазменные панели.
24. Устройства вывода изображений: планшетные, растровые, электростатические.
25. Устройства ввода: колесо, мышь, планшет и т.д.
26. Регенерация изображения, курсор, трассировка, метод резиновой нити, буксировка, выделение.
27. Фоновое, накладываемое изображение. Визуализация пространственных объектов.
28. Методы отображения моделей объектов с удалением невидимых линий и поверхностей.
29. Методы и способы построения фотореалистичных изображений пространственных объектов и сцен.
30. Графические пакеты и системы, их эволюция.

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. Бударин О.С. Начертательная геометрия. Краткий курс: Учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 368 с.

2. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М.: Мир, 2001.

3. Инженерная графика / А.К. Болтухин, С.А. Васин, Г.П. Вяткин, А.В. Пуш. – М.: Изд-во МГТУ, 2000.

4. Никулин Е.А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики: Учеб. пособие / Е.А. Никулин. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2003. – 550 с.

Приложение

Сведения о 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:	10	
	– патент на изобретение;	7	
	– патент на полезную модель;	5	
	– 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.)