



ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»

Документированная процедура

2.4 Прием студентов

СК-ДП-2.4

Программа вступительного испытания для лиц, поступающих на обучение в СПбГАСУ по программе магистратуры на 2026/2027 учебный год

УТВЕРЖДАЮ

Ректор СПбГАСУ

Е.И. Рыбнов

2026 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
для лиц, поступающих на обучение в СПбГАСУ  
по программе магистратуры на 2026/2027 учебный год**

Направление подготовки 15.04.03 «Прикладная механика»

Направленность программы

**«Вычислительная механика технических систем»**

Санкт-Петербург, 2026

	Должность	Фамилия/Подпись	Дата
Разработал	Профессор кафедры наземных транспортно-технологических машин	Пушкин А.Е. 	12.01.2026
Согласовал	Первый проректор  Ответственный секретарь приемной комиссии	Головина С.Г.  Гладушевский И.С. 	12.01.2026 12.01.2026



ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»

**Программа вступительного испытания для лиц, поступающих на обучение  
в СПбГАСУ по программе магистратуры на 2026/2027 учебный год**

СК-ДП-2.4

## **СОДЕРЖАНИЕ**

Общие положения .....	3
Процедура вступительного испытания.....	3
Содержание разделов и тем программы вступительного испытания.....	8
Рекомендуемая литература.....	15
Критерии оценивания.....	17
Образец задания вступительного испытания .....	18

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ**

**СПбГАСУ – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет**



## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительного испытания предназначена для абитуриентов, поступающих в СПбГАСУ на обучение по программе магистратуры 15.04.03 Прикладная механика, направленность (профиль) «Вычислительная механика технических систем».

Целью вступительного испытания в магистратуру является выявление степени готовности абитуриента к освоению образовательной программы магистратуры.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

## ПРОЦЕДУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания, проводимые СПбГАСУ самостоятельно, проводятся дистанционно в форме компьютерного тестирования с использованием возможностей электронно-информационной образовательной среды СПбГАСУ, системы прокторинга, дистанционных образовательных технологий.

Организацию проведения вступительных испытаний и соблюдение процедуры прохождения испытаний обеспечивают члены приемной и экзаменационной комиссий.

Система прокторинга обеспечивает идентификацию личности, контроль самостоятельного выполнения заданий абитуриентом и оценку уровня доверия к результатам экзамена. В процессе тестирования за абитуриентом осуществляется наблюдение в режиме реального времени и фиксируются нарушения в его поведении.

Для участия во вступительных испытаниях в форме компьютерного



тестирования с прокторингом абитуриенту необходимо самостоятельно обеспечить наличие оборудования и следующих технических требований к нему:

- персональный компьютер со стабильным Интернет-соединением (рекомендуемая скорость соединения от 10 Мбит/с);
- веб-камера с минимальным разрешением не менее **640x480**, и частотой съемки не менее 15 кадров в секунду;
- встроенные или выносные динамики и микрофон;
- доступ к сети Интернет с использованием веб-браузеров Google Chrome, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс Браузер 19.3 и новее;
- операционная система Windows 7, macOS Sierra 10.12 и новее;
- мобильная версия Android 4.4+ Chrome, iOS 12+ Safari и новее.

*Примечание: осуществление компьютерного тестирования возможно с мобильных устройств, но их использование не рекомендуется по причине затруднительного просмотра вопросов, содержащих графические изображения и сложные формулы.*

За день до вступительного испытания члены экзаменационной комиссии проводят консультацию для абитуриентов в режиме видеоконференции. В ходе проведения консультации поступающим разъясняют содержание вступительного испытания и особенности процедуры его проведения в дистанционном режиме, предъявляемые требования и критерии оценивания, отвечают на вопросы абитуриентов.

Компьютерное тестирование осуществляется по группам в соответствии с расписанием вступительных испытаний. Ссылка на страницу тестирования, логин и пароль для входа в тест будут отправлены абитуриенту на электронную почту за день до тестирования.



Перед началом компьютерного тестирования абитуриенту необходимо отключить неиспользуемое программное обеспечение, блокировщики рекламы и прочие расширения, проверить доступ к интернет-соединению.

В соответствии с расписанием абитуриенту необходимо открыть в браузере ссылку на страницу тестирования, ввести логин и пароль и начать сеанс тестирования.

Продолжительность сеанса тестирования – 1 астрономический час (60 минут), включая процедуру ознакомления с правилами прокторинга, идентификации личности и проверку оборудования на соответствие требованиям.

Перед выполнением заданий вступительного испытания необходимо ознакомиться с правилами прокторинга, которые появятся на экране, и подтвердить согласие с ними.

Правила прокторинга:

- веб-камера должна быть установлена строго перед лицом, не допускается установка камеры сбоку;
- голова должна полностью помещаться в кадр, не допускается частичный или полный уход из поля видимости камеры;
- лицо должно быть освещено равномерно, источник освещения не должен быть направлен в камеру;
- волосы, одежда, руки или что-либо другое не должно закрывать область лица;
- в комнате не должно находиться других людей;
- на время экзамена запрещается покидать свое рабочее место;
- на фоне не должно быть голосов или шума, идеально, если экзамен будет проходить в тишине;

**Программа вступительного испытания для лиц, поступающих на обучение  
в СПбГАСУ по программе магистратуры на 2026/2027 учебный год**

СК-ДП-2.4

- прохождение экзамена должно осуществляться в браузере, окно которого должно быть развернуто на весь экран, нельзя переключаться на другие приложения (включая другие браузеры) или сворачивать браузер, нельзя открывать сторонние вкладки (страницы);
- запрещается записывать каким-либо образом материалы и содержимое экзамена, а также передавать их третьим лицам;
- запрещается пользоваться звуковыми, визуальными или иными подсказками.

После подтверждения согласия с правилами прокторинга запустится проверка компьютера и сети, которая позволит выявить возможные технические проблемы. Проверка будет осуществляться автоматически, вмешательство со стороны пользователя потребуется только в случае обнаружения проблем. На этапе проверки должны быть обеспечены следующие условия:

- окно браузера должно быть развернуто на весь экран;
- доступ в браузере к камере;
- доступ в браузере к микрофону;
- доступ ко всему экрану;
- в случае многомониторной конфигурации оставить один экран.

Для идентификации личности абитуриента необходимо сделать фотографию лица и фотографию документа, удостоверяющего личность (паспорт) через веб-камеру. Также можно загрузить скан документа, удостоверяющего личность (паспорт) с компьютера в формате JPEG размером до 5 Мб. В случае загрузки скана, изображение должно содержать не весь разворот паспорта, а только страницу с фотографией, размещенную горизонтально.



После успешного завершения подготовки к вступительному испытанию откроется страница теста, в левом нижнем углу которого отобразится изображение абитуриента с камеры. В процессе тестирования могут появляться уведомления в виде аудио и текстовых сообщений о нарушениях в поведении абитуриента. Зафиксированные нарушения сохраняются в системе, отразятся в протоколе прокторинга и повлияют на оценку уровня доверия к результатам экзамена.

В процессе тестирования абитуриент может пропускать вопросы, которые вызывают затруднения, используя кнопку «Следующая страница», и снова возвращаться к их решению, используя кнопку «Предыдущая страница».

По окончании тестирования абитуриенту необходимо нажать кнопку «Закончить попытку». Далее необходимо нажать кнопку «Отправить всё и завершить тест». На экране появится окно «Подтверждение» с кнопкой «Отправить всё и завершить тест». После нажатия кнопки вернуться к вопросам будет невозможно и на экране отразятся результаты тестирования.

В случае технического сбоя в работе оборудования или канала связи (в течение 10 минут и более), препятствующего проведению вступительного испытания, оно переносится на другое время. Дата и время очередного сеанса тестирования сообщается абитуриенту по электронной почте.

Результаты вступительных испытаний фиксируются в системе электронного обучения СПбГАСУ и размещаются на официальном сайте СПбГАСУ на следующий рабочий день после проведения вступительного испытания.

О невозможности пройти вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально)



abituriyent должен сообщить в приемную комиссию до начала проведения вступительного испытания и (или) представить оправдательный документ. В этом случае абитуриенту предоставляется возможность пройти вступительное испытание в другой группе или в резервный день до завершения срока вступительных испытаний.

Абитуриент имеет право подать апелляцию в случае несогласия с результатами тестирования и/или в связи с нарушением процедуры проведения вступительного испытания. Рассмотрение апелляции проводится в соответствии с Положением об апелляционных комиссиях для проведения вступительных испытаний в СПбГАСУ.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

### **Раздел 1. Теория упругости. Основные понятия и двумерная задача теории упругости**

1. Определение напряжений. Компоненты напряжений.
2. Дифференциальные уравнения равновесия.
3. Определение деформаций. Компоненты деформаций.
4. Закон Гука для изотропного тела.
5. Плоское напряженное состояние и плоская деформация. Функция напряжений и дифференциальное уравнение для плоской задачи теории упругости.
6. Концевые эффекты. Принцип Сен-Венана.
7. Изгиб прямоугольной консоли, нагруженной силой на конце.
8. Общие уравнения теории упругости в полярных координатах.
9. Влияние круглого отверстия на распределение напряжений в



пластинке.

10. Распределение напряжений в балке при действии сосредоточенной силы.

11. Распределение напряжений в круглом диске при действии на него двух равных по величине и противоположных по знаку сосредоточенных сил.

12. Распределение напряжений в клине, нагруженном вдоль граней.

13. Распределение напряжений в пластинке с эллиптическим отверстием, подвергнутой одноосному растяжению.

## **Раздел 2. Теория упругости. Анализ напряжений и деформаций в пространственном случае. Кручение стержней**

1. Главные напряжения и инварианты напряжений.
2. Условия совместности деформаций.
3. Энергия деформации.
4. Принцип виртуальной работы.
5. Однородное напряженное состояние. Растяжение призматического стержня под действием собственного веса.
6. Кручение прямолинейных стержней. Основные зависимости.
7. Мембранный аналогия.
7. Кручение стержня узкого прямоугольного поперечного сечения.
8. Кручение прямоугольных стержней.
9. Кручение стержней прокатных профилей.
10. Кручение стержней прокатных профилей.
11. Кручение полых валов.
12. Кручение тонкостенных труб.
13. Кручение круглых валов переменного диаметра.



## Раздел 3. Теория упругости. Изгиб брусьев. Температурные напряжения

1. Изгиб консоли. Основные зависимости.
2. Решения задачи об изгибе брусьев с круглым, эллиптическим и прямоугольным поперечными сечениями.
3. Решения задачи об изгибе брусьев с несимметричными поперечными сечениями.
4. Центр изгиба.
5. Общие уравнения для задачи расчета осесимметричных напряжений и деформаций в телах вращения.
6. Изгиб круглой пластинки: расчет осесимметричных напряжений.
7. Трехмерная задача о вращающемся диске: расчет осесимметричных напряжений.
8. Сила, приложенная в некоторой точке бесконечного тела: расчет осесимметричных напряжений.
9. Сферический сосуд под действием внутреннего или внешнего равномерного давления: расчет осесимметричных напряжений.
10. Местные осесимметричные напряжения вокруг сферической полости.
11. Температурные напряжения. Распределение напряжений в простейших случаях.
12. Продольное распределение температуры в полосе.
13. Тонкий круглый диск: распределение температуры, симметричное относительно центра.
14. Температурные напряжения в длинном круглом цилиндре.
15. Температурные напряжения в сфере.



16. Волны расширения и искажения в упругой сплошной среде.

Уравнения движения.

17. Плоские продольные и поперечные волны. Основные зависимости.

18. Продольные волны в стержнях постоянного сечения: уравнение движения, скорость распространения волны, напряжения на фронте волны, энергия волны.

#### **Раздел 4. Аналитическая динамика и теория колебаний.**

**Устойчивость механических систем. Колебания линейных систем с одной степенью свободы. Колебания нелинейных систем**

1. Положение равновесия. Необходимое и достаточное условие равновесия.

2. Устойчивость по Ляпунову. Устойчивость консервативных систем: теорема Лагранжа-Дирихле. Критерий Сильвестра.

3. Исследование устойчивости неконсервативных систем по уравнениям первого приближения. Критерий Гурвица.

4. Малые колебания консервативной системы с одной степенью свободы вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнения движения. Собственная частота колебаний.

5. Влияние диссиPATивных сил на свободные колебания систем с одной степенью свободы. Логарифмический декремент колебаний.

6. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием гармонической силы. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики. Резонанс.

7. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием периодической силы. Разложение в ряд Фурье.



8. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы под действием силы произвольного вида. Интеграл Дюамеля.

9. Свободные колебания в системах с нелинейной упругой характеристикой. Непосредственное интегрирование уравнения колебаний.

10. Приближенные методы исследования свободных колебаний в системах с нелинейной упругой характеристикой: метод последовательных приближений и метод усреднения Ритца.

11. Вынужденные колебания в системах с нелинейной упругой характеристикой под действием гармонической силы.

12. Свободные и вынужденные колебания в кусочно-линейных системах.

## **Раздел 5. Аналитическая динамика и теория колебаний. Колебания линейных систем со многими степенями свободы**

1. Малые колебания консервативной системы со многими степенями свободы вблизи положения устойчивого равновесия. Линеаризация уравнений движения.

2. Свободные колебания консервативной системы со многими степенями свободы без демпфирования. Собственные частоты и формы главных колебаний.

3. Свободные колебания консервативной системы со многими степенями свободы: главные и нормальные координаты.

4. Колебания связанных маятников.

5. Учет сил трения при колебаниях системы со многими степенями свободы. Диссипативная функция.

6. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы



под действием произвольных вынуждающих сил. Решение в главных координатах.

7. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы под действием произвольных вынуждающих сил. Решение с помощью интеграла Дюамеля.

8. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы под действием гармонических сил. Метод комплексных амплитуд. Резонанс.

9. Динамическое гашение колебаний.

## **Раздел 6. Аналитическая динамика и теория колебаний. Колебания систем с распределенными параметрами**

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

2. Собственные частоты и формы продольных колебаний стержня. Ортогональность форм колебаний.

3. Собственные частоты и формы продольных колебаний стержня с массой на конце.

4. Вынужденные продольные колебания стержня. Решение в виде ряда по формам свободных колебаний.

5. Дифференциальное уравнение изгибных колебаний стержня. Граничные и начальные условия.

6. Собственные частоты и формы изгибных колебаний стержня. Ортогональность форм колебаний.

7. Вынужденные изгибные колебания стержня. Решение в виде ряда по формам свободных колебаний.

8. Изгибные колебания стержней на упругих опорах или упругих



основаниях.

9. Поперечные колебания предварительно растянутых нитей.
10. Крутильные колебания валов кругового поперечного сечения.
11. Определение частот колебаний методом Рэлея-Ритца.
12. Колебания круговых колец.
13. Поперечные колебания мембран.
14. Поперечные колебания пластин.

**Раздел 7. Вычислительная механика. Основы метода конечных элементов. Расчет методом конечных элементов стержней.**

1. Вариационные принципы метода конечных элементов. Метод Бубнова-Галеркина.

2. Система матричных уравнений метода конечных элементов. Матрица жесткости.

3. Решение задач методом конечных элементов: последовательность и содержание этапов.

4. Расчет методом конечных элементов стержней, работающих на растяжение-сжатие. Конечный элемент стержня и матрица жесткости.

5. Расчет методом конечных элементов стержневых систем. Матрица направляющих косинусов.

6. Расчет методом конечных элементов кручения круглых валов. Конечный элемент стержня и матрица жесткости.

7. Расчет методом конечных элементов стержней, работающих на изгиб. Конечный элемент стержня и матрица жесткости.

8. Расчет методом конечных элементов стержней, работающих на изгиб. Конечный элемент стержня и матрица жесткости. Учет влияния распределенной нагрузки на величину нагрузок в узлах.



9. Расчет методом конечных элементов стержней в условиях сложного изгиба. Матрица жесткости.

10. Расчет методом конечных элементов плоских рам.

**Раздел 8. Вычислительная механика. Расчет методом конечных элементов плоских и трехмерных задач теории упругости.**

1. Расчет методом конечных элементов плоской задачи теории упругости. Прямоугольный и треугольный конечные элементы.

2. Расчет пластин методом конечных элементов. Гипотеза Кирхгофа. Функционал полной потенциальной энергии.

3. Трехмерное напряженное состояние. Тетраэдрический конечный элемент: функция перемещения, векторы деформаций и напряжений.

4. Трехмерное напряженное состояние. Конечный элемент в форме параллелепипеда: функция перемещений и матрица жесткости.

5. Осесимметричное напряженное состояние. Треугольный конечный элемент. Матрица жесткости.

6. Применение суперэлементов для расчета сложных систем.

**Раздел 9. Вычислительная механика. Применение метода конечных элементов для стационарных, нестационарных, динамических и нелинейных задач.**

1. Задачи о стационарных полях (теплопроводность, электрический потенциал, течение жидкости). Квазигармоническое уравнение. Конечно-элементная дискретизация.

2. Конечно-элементная постановка нестационарных и динамических задач. Матрицы масс, жесткости и демпфирования.



3. Расчет собственных значений свободных колебаний механических систем методом конечных элементов.

4. Общие подходы к решению нелинейных задач механики деформируемого твердого тела методом конечных элементов: метод переменной жесткости, методы начальных деформаций и напряжений.

Особенности применения метода конечных элементов для расчета слоистых материалов.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### а) основная литература

1. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975 г. – 576 с.
2. Кац А.М. Теория упругости. СПб.: Издательство «Лань», 2002. – 208 с.
3. Тимошенко С.П., Янг Д.Х., Уивер У. Колебания в инженерном деле. М.: Машиностроение, 1985. – 472 с.
4. Бабаков И.М. Теория колебаний. М.: Наука, 1968. – 560 с.
5. Зенкевич. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир, 1975. – 543 с.
6. Варвак П.М., Бузун И.М., Городецкий А.С., Пискунов В.Г. Метод конечных элементов. Учебное пособие для вузов, Киев: Вища школа, 1981. – 176 с.
7. Овчаренко В.А. Расчет задач машиностроения методом конечных элементов. Учеб. пособие. Краматорск: ДГМА, 2004. – 128 с.

### б) дополнительная литература

1. Лурье А.И. Теория упругости М.: Наука, Главная редакция физико-



математической литературы, 1970. – 940 с.

2. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения. М.: Наука, 1987. – 304 с.
3. Бидерман В.Л. Теория колебаний механических систем. М.: Высшая школа, 1980. – 480 с.
4. Ден-Гартог Д.П. Механические колебания. М.: Физматгиз, 1960. – 574 с.
5. Бате К., Вилсон Е. Численные методы анализа и метод конечных элементов. М.: Стройиздат., 1982. – 448 с.
6. Трушин С.И. Метод конечных элементов, Теория и задачи. М.: Изд-во АСВ., 2008. – 256 с.
7. Кукуджанов В.Н. Вычислительная механика сплошных сред. М.: Физматлит, 2008. – 320 с.

## КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Тестовое задание состоит из 10 вопросов разного уровня сложности и разных типов.

Типы вопросы:

1. Вопрос на выбор одного правильного ответа из предложенного списка (ответы отображаются «кругом»).
2. Вопрос на выбор нескольких правильных ответов (множественный выбор) из предложенного списка (ответы отображаются «квадратом»).
3. Вопрос на установление соответствия.
4. Вопрос с открытым ответом (ввод ответа с клавиатуры).
5. Вопрос на установление последовательности.

Баллы за правильные ответы начисляются в зависимости от уровня сложности вопроса – **от 5 до 19 баллов за вопрос.**



Итоговое количество баллов определяется как сумма баллов за ответы на каждый из вопросов.

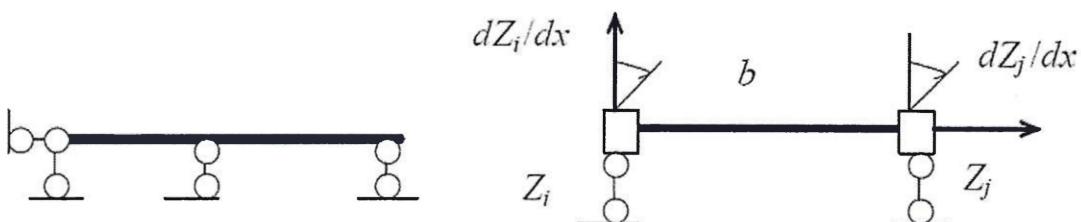
Минимальное итоговое количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50.

Максимальное итоговое количество баллов за вступительное испытание – 100.

### ОБРАЗЦЫ ЗАДАНИЙ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

1. Для какой конструкции представлена система конечных элементов, изображенная на рисунке?

- Для стержня;
- Для рамы;
- Для фермы;
- Для плиты.



2. Каким символом обозначается касательное напряжение?

- Символ - δ
- Символ - σ
- Символ - τ
- Символ - h



**3. Какие типы трансмиссии применяются в современных строительных машинах?**

- Механические
- Гидравлические
- Электрические
- Все перечисленные типы

**4. В чем заключается принцип суперпозиции?**

- Перемещение (в функции времени), вызываемое несколькими силами, равно отношению перемещений, вызываемых каждой из сил
- Перемещение (в функции времени), вызываемое несколькими силами, равно произведению перемещений, вызываемых каждой из сил
- Перемещение (в функции времени), вызываемое несколькими силами, равно сумме перемещений, вызываемых каждой из сил
- Перемещение (в функции времени), вызываемое несколькими силами, равно перемещению, вызываемому наибольшей из сил

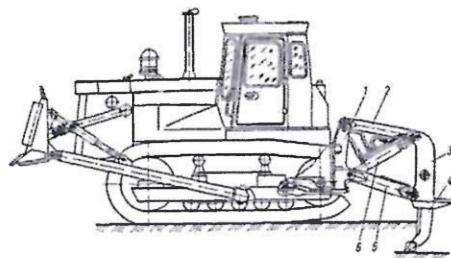
**5. Какая инженерная конструкция является стержневой?**

- Плита
- Ферма
- Балка
- Рама

**6. Укажите элементы рабочего оборудования рыхлителя, не относящиеся к гидравлической системе машины?**



- рама
- гидроцилиндр
- упор
- балка
- зуб
- растяжка



**7. Как рассчитывается мощность поступательно движущегося тела?**

- формула №1
- формула №2
- формула №3
- формула №4

$$1) N = F/S \cdot t \quad 2) N = F/V \quad 3) N = F \cdot V \quad 4) N = F \cdot S \cdot t$$

**8. Как называется инструмент, воздействующий на заготовку при обработке на пневматическом молоте?**

- Штамп
- Валки
- Клещи
- Боек



**9. Какое свойство характеризует способность элемента конструкции длительное время сопротивляться переменным нагрузкам?**

- Выносливость.
- Прочность
- Жесткость
- Износостойкость

**10. Укажите соотношения напряжений, при которых конструкция является непрочной?**

- Выражение 1
- Выражение 2
- Выражение 3
- Выражение 4
- Выражение 5
- Выражение 6

1)  $\sigma < [\sigma]$     2)  $\sigma \leq [\sigma]$     3)  $\sigma > [\sigma]$     4)  $\sigma = [\sigma]$     5)  $\sigma \geq [\sigma]$     6)  $\sigma \geq [\tau]$

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методической комиссии автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ, протокол заседания Учебно-методической комиссии факультета №1 от 09.09.2025 года.