

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

С.А. Галунин

2026

« »

Методические указания для подготовки к заключительному этапу  
студенческой олимпиады «Газпром» по профилю  
«Радиотехнические и телекоммуникационные системы»  
на базе федерального государственного автономного образова-  
тельного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский  
государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И.Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

Санкт-Петербург

2026

# ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ТУРА ОЛИМПИАДЫ

## 1. Общие положения

Студенческая Олимпиада «Газпром» по профилю «Радиотехнические и телекоммуникационные системы» (РТ и ТКС) по направлениям подготовки: 11.03.01 – «Радиотехника»; 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; 11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств»; 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы»; 11.05.02 – «Специальные радиотехнические системы» (далее – Олимпиада Газпром РТ и ТКС) является одним из базовых мероприятий по выявлению и поддержке талантливых студентов, привлечению их к творческой научно-исследовательской деятельности в области проектирования современных и перспективных радиотехнических и телекоммуникационных систем.

Основными целями и задачами Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС по указанным направлениям являются:

- повышение интереса и социальной значимости будущей профессиональной деятельности в сфере информационных и телекоммуникационных систем;
- закрепление и углубление знаний, умений и навыков, сформированных при освоении основной образовательной программы по соответствующему направлению подготовки (специальности) для работы в ПАО «Газпром»;
- повышение качества подготовки студентов, совершенствование их мастерства, обеспечение академической мобильности обучающихся;
- формирование кадрового потенциала для исследовательской, административной, производственной, предпринимательской и иной деятельности при поддержке представителей профессионального сообщества и ПАО «Газпром»;
- повышение ответственности обучающихся за выполняемую работу, развитие способности эффективно решать проблемы в области профессиональной деятельности, проверка профессиональной готовности к самостоятельной трудовой деятельности.

Участники Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС должны продемонстрировать теоретическую и практическую подготовку, умение на практике применять знания в предметной области.

## 2. Место проведения Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС

2.1. Заключительный тур Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС проводится согласно Регламента проведения студенческой Олимпиады «Газпром» (далее - Регламент), утвержденному председателем оргкомитета студенческой Олимпиады «Газпром» В.Н. Шелудько, и Правилам проведения заключительного этапа Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС в форме интеллектуальных, творческих и профессиональных состязаний.

2.2. Заключительный тур Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС проводится 28 февраля 2026 года в дистанционном формате. Организатором заключительного тура Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС является федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»).

Площадки для очного проведения заключительного тура Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС в 2025/2026 учебном году не предусматриваются.

Информация о проведении Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС размещена на сайте (<https://studolymp.gazprom.ru>).

2.3. Время начала заключительного тура Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС – 10:00 28 февраля 2026 г. (здесь и далее - время московское). Продолжительность заключительного тура – 1.5 астрономических часа.

2.4. Адрес образовательной организации высшего образования, выступающей в роли организатора заключительного тура Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС: 197376, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5; **телефон:** +7 (812) 346-44- 87; **факс:** +7 (812) 346-27-58; **электронная почта:** info@etu.ru, studgazprom@etu.ru; fit@etu.ru .

2.5. Контактная информация: зам. зав. кафедрой РС СПбГЭТУ «ЛЭТИ», доцент каф. РС к.т.н. Андреева Ольга Марковна, omandreeva@etu.ru; доцент кафедры РС к.т.н., доцент Маругин Алексей Сергеевич, asmarugin@etu.ru.

### 3. Участие в заключительном туре Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС

3.1. К участию в заключительном туре Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС допускаются победители отборочного этапа Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС.

3.2. Участники заключительного тура Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС должны зарегистрироваться на электронной площадке проведения Олимпиады через личный кабинет участника, созданный при регистрации для участия в отборочном туре Олимпиады, не позднее 26 февраля, 23:59.

3.3. Не позднее 27 февраля, 23:59, участники получают на указанные ими в личных кабинетах участника адреса электронной почты (e-mail) ссылку для подключения к конференции, в рамках которой будет осуществляться проведение заключительного тура Олимпиады.

3.4. В ходе участия в Олимпиаде идентификаторы участников конференции должны соответствовать их подлинным фамилии, имени и отчеству (при наличии). Вход в конференцию осуществляется с включенным видео режимом. Угол обзора видеокамеры должен обеспечивать обзор помещения, в котором находится участник Олимпиады с целью подтверждения факта отсутствия в нем посторонних лиц. Также в зону обзора видеокамеры должно попадать рабочее место участника Олимпиады, включая поверхность стола. Для идентификации участника необходимо по просьбе организаторов предъявить удостоверение личности (паспорт гражданина РФ или гражданина иностранного государства или иной документ, заменяющий его). **В случае нарушения участником олимпиады вышеперечисленных требований жюри Олимпиады оставляет за собой право отклонить работу участника.**

3.5. Временем начала выполнения заданий Олимпиады считается время опубликования в чате конференции ссылки на ресурс, содержащий файл с заданиями Олимпиады.

3.6. Выполнение заданий (решение задач) осуществляется на чистых белых листах с указанием порядкового номера задания и хода его решения. В верхней правой части **каждого** листа указывается регистрационный номер участника Олимпиады. Порядок выполнения заданий – произвольный. На листах, представляемых для проверки, не допускается наличие каких-либо иных идентификационных признаков, свидетельствующих об авторстве работы. **При наличии последних, работа по решению жюри Олимпиады может быть аннулирована.**

3.7. Во время выполнения конкурсных заданий участникам заключительного тура Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС разрешается пользоваться бумажными носителями информации (книгами, рукописными записями). Использование электронных средств (съемных дисков, ноутбуков, планшетов), средств связи (мобильных телефонов, модемов и т.д.) с целью получения информации, которая может быть использована участниками для решения задач Олимпиады, а также информации, содержащейся в сети Интернет, запрещено. **В случае нарушения участником олимпиады этих требований жюри Олимпиады**

**оставляет за собой право аннулировать работу участника.**

3.8. По окончании времени, отведенного на решение задач (или ранее, по желанию участников) каждый из участников сканирует (или фотографирует) листы решения, размещает их электронные образы в едином файле и пересылает в виде вложения электронным письмом на адрес оргкомитета [orttk@yandex.ru](mailto:orttk@yandex.ru). К рассмотрению принимаются файлы формата pdf. В письме указываются фамилия, имя, отчество (при наличии) отправителя, его вуз, адрес эл. почты и контактный телефон. Листы, предоставляемые для проверки, должны быть отсканированы (сфотографированы) с разрешением не хуже 300 DPI. **В случае, если электронные образы листов с решением задач отображаются неразборчиво, жюри Олимпиады оставляет за собой право не рассматривать такие работы.**

3.9. Отсылка писем с вложенными работами участников должна быть осуществлена не позднее 10 минут с момента окончания Олимпиады. В случае досрочного завершения участия в Олимпиаде работа должна быть отправлена в оргкомитет не позднее 10 минут с момента окончания участия. Настоятельно советуем не откладывать процедуры сканирования и отправки работ. В противном случае, работа по решению жюри Олимпиады может быть аннулирована.

Оргкомитет просит участников (по получению ответного письма с адреса [orttk@yandex.ru](mailto:orttk@yandex.ru)) убедиться, что их работа получена. Если ответное письмо не поступило в течение 2 часов после пересылки, просим продублировать отправку работы.

#### **4. Структура и содержание заданий Олимпиады Газпром РТ и ТКС**

4.1. Задания Олимпиады «Газпром» по профилю РТ и ТКС соответствует тематике дисциплин ГОС ВПО или ФГОС ВПО по направлениям подготовки: 11.03.01 – «Радиотехника»; 11.03.02 – «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»; 11.03.03 – «Конструирование и технология электронных средств»; 11.05.01 – «Радиоэлектронные системы и комплексы»; 11.05.02 – «Специальные радиотехнические системы». К ним относятся дисциплины: «Радиотехнические цепи и сигналы», «Статистическая радиотехника», «Статистическая теория РТС и ТКС», «РТС и ТКС различного назначения» и др.

4.2. Участникам предлагаются конкурсные задания теоретической и практической направленности.

Теоретические задания содержат концептуальные вопросы, связанные с ключевыми проблемами, возникающими при проектировании современных и перспективных радиотехнических и телекоммуникационных систем (выбор формата сигнала и его параметров, алгоритмы обработки сигналов в условиях, характерных для работы современных информационных систем и проч.).

Практические задания предполагают решение задач, связанных с описанием случайных процессов, вопросами преобразования сигналов и помех линейными и нелинейными звеньями радиотехнических и телекоммуникационных систем, задачами оптимальной линейной и нелинейной фильтрации, а также проблемами обнаружения-различения сигналов и оценки их параметров.

Продолжительность выполнения заданий – 1.5 астрономических часа.

4.3. Результаты выполнения теоретического и практического этапов оцениваются по 100-балльной шкале.

4.4. Задания Олимпиады обсуждаются членами жюри Олимпиады с представителями НМС по направлениям подготовки, ПАО Газпром, стратегических партнеров университета, базовых кафедр.

4.5. Для подготовки к выполнению конкурсных заданий Олимпиады рекомендуется следующий перечень литературы:

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. – М.: «Радиотехника», 2004.
2. Горяинов В. Т., Журавлев А. Г., Тихонов В. И. Статистическая радиотехника: Примеры и задачи. Учебное пособие для ВУЗов / под ред. В. И. Тихонова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Сов. Радио, 1980 г.
3. Иванов М. Т., Сергиенко А. Б., Ушаков В. Н. Теоретические основы радиотехники: Учеб.пособие. / Под ред. В. Н. Ушакова. М.: Высш. школа, 2002.
4. Информационные технологии в радиотехнических системах: Учеб.пособие / В. А. Васин, И. Б. Власов, Ю. М. Егоров и др. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003.
5. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. Пер. с англ. под ред. В.С. Кельзона. – М.: Сов.радио, 1971.
6. Перов А. И. Статистическая теория радиотехнических систем. М.: Радиотехника, 2003.
7. Прокис Джон Цифровая связь. Пер с англ./ Под ред. Д.Д. Кловского.– М.: Радио и связь, 2000.– 800с.
8. Радиосистемы передачи информации: Учебное пособие для вузов/ В.А. Васин, В.В. Калмыков, Ю.Н. Себякин, А.И. Сенин, И.Б. Федоров; под ред. И.Б. Федорова и В.В. Калмыкова.– М.: Горячая линия–Телеком, 2005. – 472 с.
9. Радиотехнические системы: Учебник для ВУЗов по специальности «Радиотехника» / Ю. П. Гришин, В. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов и др.; под ред. Ю. М. Казаринова. М.: Высшая школа, 1990 г.
10. Радиотехнические системы: учебник для студентов высших учебных заведений / Ю. М. Казаринов и др.; под ред. Ю. М. Казаринова – М.: Издательский центр «Академия», 2008 г.
11. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для ВУЗов. Стандарт третьего поколения / под ред. В. Н. Ушакова – СПб.: Питер, 2014 г.
12. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория: справочник; под ред. Ширмана Я.Д. – М.: ЗАО «Маквис», 1998.
13. Сетевые спутниковые радионавигационные системы/ [В.С. Шебшаевич, П.П.Дмитриев, Н.В. Иванцевич и др.]; под ред. В.С.Шебшаевича. – М.: Радио и связь, 1993.
14. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов/ В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов; под ред. В.П. Ипатова.– Горячая линия–Телеком, 2003.
15. Скляр Бернارد. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. 2-е издание.: Пер с англ.– М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.– 1104с
16. Теория обнаружения сигналов / П. С. Акимов, П. А. Бакут, В. А. Богданович и др.; Под ред. П. А. Бакута. М.: Радио и связь, 1984.
17. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем: Учеб.пособие для вузов.-М.:Радио и связь,1991
18. Френкс Л. Теория сигналов. – М: Сов. Радио, 1974.
19. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов : принципы и приложения / В. Ипатов ; пер. с англ. под ред. авт. - Москва : Техносфера, 2007. - 487 с
20. Ярлыков М.С. Статистическая теория радионавигации.- М.: Радио и связь, 1988

### 5. Пример задания Олимпиады «Газпром» РТ и ТКС предыдущих лет

1. В обнаружителе сигнала  $s(t) = \begin{cases} U, & t \in [0, T], \\ 0, & t \notin [0, T] \end{cases}$  на фоне АБГШ со СПМ  $N_0/2$  реализованном на основе согласованного фильтра (СФ), номинал линии задержки в СФ изменяется (увеличивается или уменьшается в 2 раза). Как при этом изменятся значения вероятности ложной тревоги и пропуска сигнала, если момент взятия отсчета остается неизменным и равным  $T$ ?

2. Для обработки сигнала  $s(t) = \begin{cases} U, & t \in [0, T], \\ 0, & t \notin [0, T] \end{cases}$  на фоне АБГШ со СПМ  $N_0/2$  в качестве эквивалента СФ используется коррелятор. Построить зависимость отношения сигнал-шум от длительности времени обработки на интервале  $[0, t]$ .

3. Для обнаружения детерминированного сигнала  $s(t) = \begin{cases} U \cos \omega_0 t, & t \in [0, T], \\ 0, & t \notin [0, T] \end{cases}$  на фоне АБГШ со СПМ  $N_0/2$  используется обнаружитель, в котором с порогом сравнивается не корреляционный интеграл  $z = \int_0^T y(t) s(t) dt$ , как это делается в оптимальной структуре,  $a|z|$ . Каким будет проигрыш в  $P_{\text{по}}$  по сравнению с оптимальным обнаружителем при одинаковых значениях  $P_{\text{лт}}$ ?

4. Независимые случайные величины  $x_1$  и  $x_2$  равномерно распределены в интервале  $[-a, a]$ . Найти плотность вероятности случайной величины  $y = |x_1| + |x_2|$ . Определить среднее значение и дисперсию. Какой будет результат для среднего и дисперсии, если  $y = \sum_{i=1}^N |x_i|$ ,  $w(x_i) = \begin{cases} 1/2a, & |x_i| \leq a, \\ 0, & |x_i| > a \end{cases}$ ?

5. Процесс  $x(t)$  представляет собой случайную последовательность неперекрывающихся между собой треугольных видеоимпульсов с амплитудой  $U_1$ , прямоугольных радиоимпульсов с амплитудой  $U_2$  и пауз между ними. Треугольные импульсы занимают 30% всего времени, радиоимпульсы - 20%, паузы - 50%. Найти плотность вероятности отсчетов процесса  $x(t)$  и определить среднее значение и дисперсию.

6. Какой вид манипуляции (ФМ2, ЧМ2, АМ2 с активной паузой) при одинаковой средней энергии сигналов для передачи символов "1" и "0" следует выбрать, если вероятности передачи "1" и "0"  $p$  и  $(1 - p)$  не одинаковы. Привести количественные соотношения для  $P_{\text{ош}}$ .

7. На обнаружитель полностью известного сигнала  $s(t) = \begin{cases} U \cos \omega_0 t, & t \in [0, T], \\ 0, & t \notin [0, T] \end{cases}$  на фоне АБГШ подается сигнал  $s(t) = \begin{cases} U \cos(\omega_0 t + \varphi), & t \in [0, T], \\ 0, & t \notin [0, T] \end{cases}$ , где  $\varphi$  - случайная величина равномерно распределенная в интервале  $[-\Delta\varphi, \Delta\varphi]$ . Как при заданном значении вероятности ложной тревоги  $P_{\text{лт}}$  будет зависеть вероятность пропуска сигнала  $P_{\text{пс}}$  от  $\Delta\varphi$ ? Кто это вообще набирал?

8. На фоне АБГШ со СПМ  $N_0/2$  обнаруживается сигнал  $s(t) = U \cos 2\pi f t + U \cos \left[ 2\pi \left( f_0 + \frac{1}{2T} \right) t + \varphi \right]$ ,  $t \in [0, T]$ , где  $f_0 \gg 1/T$  на фоне АБГШ со СПМ  $N_0/2$ . При каких значениях начальной фазы  $\varphi$  вероятность пропуска  $P_{\text{пс}}$  при заданном значении  $P_{\text{лт}}$  максимальна и минимальна.

9. По АБГШ-каналу со СПМ  $N_0/2$  необходимо передать два бита данных. Можно воспользоваться для этого четверкой сигналов, записанных в виде строк следующей матрицы:

$$\begin{bmatrix} + & + & + & + \\ + & - & + & - \\ + & + & - & - \\ + & - & - & + \end{bmatrix}$$

в которой символами плюс и минус обозначены полярности неперекрывающихся элементарных импульсов (чипов). Пусть  $E_0$  - энергия чипа.

а) Что за сигнальное семейство они образуют?

б) Предложите простой способ преобразования этого семейства с сохранением Рощ и бинарной структуры сигналов в энергетически более эффективное. Какое семейство получится?

в) Какова вероятность ошибки  $P_{\text{ош}}$ ?

г) Каков энергетический выигрыш нового семейства относительно исходного?

10. Полезный сигнал неизменен и равен  $A$  в течение интервала наблюдения  $[0, T]$ . Априорная ПВ

$$W(A) = \begin{cases} \alpha \exp(-\alpha A), & A \geq 0, \\ 0, & A < 0 \end{cases}$$

где  $\alpha$  – известный параметр. Постройте алгоритм оптимальной оценки значения  $A$  по максимуму апостериорной вероятности (МАВ), если полезный сигнал принимается на фоне АБГШ со СПМ  $N_0/2$ .

11. В двоичной системе связи информационные нуль и единица передаются последовательностями  $N$  отсчетов, равных соответственно  $U$  и  $-U$ . Отсчеты аддитивного шума  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , независимы и подчиняются распределению Лапласа

$$W(x) = \frac{\alpha}{2} \exp(-\alpha|x|),$$

где  $\alpha > 0$ . Синтезируйте оптимальное по максимуму правдоподобия правило различения передаваемых информационных символов.

12. Требуется передать по АБГШ-каналу пять равновероятных сообщений сигналами одинаковой энергии  $E$ . Рассматриваются две альтернативы:

- использовать пятерку ортогональных сигналов;
- симплексную тройку расширить парой противоположных сигналов, ортогональной исходным трем.

Какой из этих вариантов лучше с точки зрения минимума вероятности ошибки?

13. Целью модернизации импульсной РЛС является четырехкратное снижение пиковой мощности при одновременном уменьшении среднеквадратических погрешностей оценок дальности и скорости соответственно в два и четыре раза. Какие параметры импульса и в каких пропорциях следует изменить?