





## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
  - 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
  - 3.1. Виды оценочных средств
  - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
  - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
  - 4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств
  - 4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Дисциплина: Статистическая радиофизика

Семестр: 7

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Статистическая радиофизика» направлено на формирование следующих компетенций:

Коды компетенции (по ФГОС)	Содержание компетенций согласно ФГОС	Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики. ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики. ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.	Для достижения индикатора ОПК-1.1: Знать базовые понятия, полученные в области физики и радиофизики (природу случайных явлений в радиофизических системах, методы математического описания случайных процессов, математический аппарат, необходимый для обработки сигналов, получаемых в процессе проведения научных исследований в области статистической радиофизики). Для достижения индикатора ОПК-1.2: Уметь решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики (определить основные статистические характеристики случайных процессов при решении конкретных задач, выполнить статистическую обработку результатов измерений). Для достижения индикатора ОПК-1.3: Владеть навыками использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности (навыками самостоятельной работы с учебной литературой в области статистической радиофизики, математическим аппаратом для описания основных статистических характеристик случайных процессов).



### 3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### 3.1 Виды оценочных средств

№ п/п	Контролируемые темы/ разделы	Код компетенции	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	Определение случайного процесса. Характеристики случайного процесса. Характеристическая функция, моментная функция, производящая. Разложение в ряд по моментам. Кумулянты.	ОПК-1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену (№1-5)
2	Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов. Теорема Винера – Хинчина.	ОПК-1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену (№6, 7)
3	Модели случайных процессов: гауссовские случайные процессы, узкополосные случайные процессы, пуассоновские случайные процессы, потоки событий, импульсные случайные процессы.	ОПК-1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену (№8)
4	Марковские процессы. Уравнение Чепмена – Колмогорова. Уравнение Фоккера – Планка.	ОПК-1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену (№9-11)
5	Шумовые колебания в линейных системах. Отклик линейной системы на шумовое воздействие. Преобразование энергетических спектров линейными фильтрами.	ОПК-1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену (№12-14)
6	Собственные шумы линейных систем. Флуктуационно – диссипативная теорема. Формула Найквиста	ОПК-1	Контрольная работа	Вопросы к экзамену (№15-17)

#### 3.2 Содержание оценочных средств

##### Задачи для практических занятий

###### Задача 1.

Вычислить математическое ожидание и дисперсию для дискретной случайной величины, распределенной по биномиальному закону  $P(n, N) = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n q^{N-n} = C_N^n p^n q^{N-n}$ ,  $p + q = 1$ .

Математическое ожидание случайной величины  $X$  с распределением  $P\{X = x_k\} = P(k)$  имеет вид  $E[X] = \sum_k x_k P(k)$ .

###### Задача 2.

Вычислить математическое ожидание и дисперсию для дискретной случайной величины, распределенной по закону Пуассона  $P(n) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda}$ .

###### Задача 3.

Вычислить математическое ожидание и дисперсию для непрерывной случайной величины,



имеющей нормальное распределение  $w(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}\right)$ .

#### Задача 4.

Найти производящую функцию последовательностей:

4.1 для единичной ступеньки:  $u_k = 1, k = 0, 1, 2, \dots, u_k = 0$ , для  $k < 0$ ,

4.2  $a_k = 1/k!, k = 0, 1, 2, \dots$ ,

4.3  $a_k = C_n^k = n!/k!(n-k)!, k = 0, 1, 2, \dots, n$

#### Задача 5.

Используя производящую функцию найти распределение суммы  $S = X + Y$  независимых случайных величин, принимающих целочисленные неотрицательные значения с распределениями вероятностей  $P\{X = k\} = a_k, P\{Y = k\} = b_k$ .

#### Задача 6.

Найти выражение для математического ожидания и дисперсии случайной величины, используя производящую функцию.

#### Задача 7.

Случайная величина  $X_1$  есть результат испытания со случайным исходом, имеющим два значения. Распределение вероятностей задано равенствами

$$P\{X_1 = 1\} = p, P\{X_1 = 0\} = q, p + q = 1.$$

Появление единицы, принято называть успехом, а нулевой исход неудачей в испытании. Найти производящую функцию, математическое ожидание и дисперсию  $X_1$ .

#### Задача 8. Испытания Бернулли

Используя производящую функцию, найти распределение вероятностей (биномиальное распределение) для результата суммы последовательности  $n$  независимых испытаний

$S_n = X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (индекс  $X_i$   $i$ - номер испытания), если каждое испытание имеет два случайных исхода с распределением вероятностей

$$P\{X_1 = 1\} = p, P\{X_1 = 0\} = q, p + q = 1.$$

#### Задача 9.

Найти характеристическую функцию нормального распределения.

#### Задача 10.

Найти выражение кумулянты третьего порядка через моменты.

#### Задача 11.

Найти асимптотический вид биномиального распределения при неограниченном увеличении числа испытаний  $\lim P(n, N)$  при  $n \rightarrow \infty$ .

#### Задача 12.

Используя производящую функцию для последовательности  $n$  независимых испытаний  $S_n = X_1 + \dots + X_n$ , получить распределение Пуассона, полагая  $n \rightarrow \infty, E[S_n] = \lambda$ .

#### Задача 13.

Найти производящую функцию распределения Пуассона  $P(n) = \frac{\lambda^n}{n!} e^{-\lambda}$ .

#### Задача 15.

Найти энергетический спектр случайного процесса, если его корреляционная функция имеет вид



$$R(\tau) = e^{-\alpha\tau}, \alpha > 0.$$

**Задача 16.**

Найти спектр мощности сигнала с корреляционной функцией  $R(\tau) = \sigma^2 e^{-\alpha|\tau|}$ .

**Задача 17.**

Найти корреляционную функцию для сигнала со спектральной плотностью

$$S(\omega) = \frac{2\sigma^2\alpha}{\alpha^2 + \omega^2}.$$

**Задача 18. Случайный телеграфный сигнал.**

Вычислить среднее значение и корреляционную функцию случайного телеграфного сигнала при выполнении следующих условий:

- 1) скачки между **1** и **0** происходят случайным и независимым образом,
- 2) число скачков в интервале  $\tau$  имеет распределение Пуассона,
- 3) значение сигнала в любой момент времени с равной вероятностью равно **1** или **0**.

**Задача 19.**

Найти корреляционную функцию отклика интегрирующей цепочки, если на ее вход действует сигнал с корреляционной функцией

$$R(\tau) = \sigma^2 e^{-a|\tau|}$$

Критерии оценивания контрольной работы:

После завершения изучения темы или раздела проводятся обязательные контрольные работы. Контрольные работы позволяют объективно оценить ответы при отсутствии помощи преподавателя. В состав контрольной работы входят не только расчетные задачи, но и качественные, требующие, например, графического описания процессов или анализа явлений в конкретной ситуации. Во время проверки и оценки контрольных письменных работ проводится анализ результатов выполнения, выявляются типичные ошибки, а также причины их появления. При проверке контрольных работ преподавателю необходимо исправить каждую допущенную ошибку и определить полноту изложения вопроса, качество и точность расчетной и графической части, учитывая при этом развитие письменной речи, четкость и последовательность изложения мыслей, наличие и достаточность пояснений, культуру в предметной области. За контрольную работу ставится "зачтено", если выполнено более половины заданий в работе, в противном случае ставится "не зачтено".

**Вопросы к экзамену:**

- 1) Определение случайного процесса.
- 2) Характеристики случайного процесса.
- 3) Характеристическая функция, моментная функция, производящая.
- 4) Разложение в ряд по моментам.
- 5) Кумулянты.
- 6) Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов.
- 7) Теорема Винера – Хинчина.
- 8) Модели случайных процессов:
  - а) гауссовские случайные процессы,
  - б) узкополосные случайные процессы,
  - в) пуассоновские случайные процессы, потоки событий
  - г) импульсные случайные процессы.
- 9) Марковские процессы.



- 10) Уравнение Чепмена – Колмогорова.
- 11) Уравнение Фоккера – Планка.
- 12) Шумовые колебания в линейных системах.
- 13) Отклик линейной системы на шумовое воздействие.
- 14) Преобразование энергетических спектров линейными фильтрами.
- 15) Собственные шумы линейных систем.
- 16) Флуктуационно – диссипативная теорема.
- 17) Формула Найквиста

#### **4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

##### **4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации**

Студент допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполненных и защищенных работ. В случае наличия учебной задолженности студент отрабатывает пропущенные занятия в форме, предложенной преподавателем и представленной в настоящей программе.

Экзамен проводится по билетам в устной форме. При проведении экзамена экзаменуемый выбирает билет в случайном порядке. Экзаменатору предоставляется право по ходу экзамена задавать экзаменуемому уточняющие и дополнительные вопросы. Время подготовки студента для устного ответа на экзамене должно составлять не менее 40 минут, время ответа экзаменуемого – не более 20 минут. При подготовке и ответе на вопросы билета экзаменуемый должен вести необходимые записи в листе устного ответа, который по окончании экзамена подписывается студентом, сдаётся экзаменатору и сохраняется им до окончания экзаменационной сессии. Студент, испытывавший затруднения при подготовке к ответу по выбранному билету, вправе выбрать второй билет с продлением времени на подготовку. При этом окончательная оценка студента снижается на один балл. Выбор студентом третьего билета не допускается. Проявленные студентом в ходе экзамена знания оцениваются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

##### **4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств**

Критерии оценивания ответа (устного опроса) на экзамене:

Оценка «отлично» выставляется:

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знания по предмету демонстрируются на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка «хорошо» выставляется:

Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены некоторые неточности или незначительные ошибки,



исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» выставляется:

Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется:

1) Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

2) Ответ на вопрос полностью отсутствует.

3) Отказ от ответа.

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций**

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «отлично».
2. Средний уровень сформированности компетенций соответствует оценке «хорошо».
3. Базовый уровень сформированности компетенций соответствует оценке «удовлетворительно».
4. Низкий уровень сформированности компетенций соответствует оценке «неудовлетворительно».



**Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:**  
Проректор по учебной работе                      утверждено 27.02.26                      А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 04 от 05.02.2026

Председатель Ученого совета  
физического факультета    согласовано    М.А. Загребин

**Заседанием кафедры радиофизики и электроники**

Протокол заседания № 07 от 03.02.2026

Заведующий кафедрой    согласовано    А.В. Бутаков

Автор (составитель)    Д.А. Кузьмин

**Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от 27 сентября 2022 №573-1**