

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 15.09.2025 11:18:08  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bfb98f3b6cb77a486c9a8788b8327424



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Цифровая обработка сигналов» по направлению подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии» направленности «Робототехника» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 1

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)  
**«Цифровая обработка сигналов»**

Направление подготовки (специальность)  
**02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»**

Направленность (профиль)  
**«Робототехника»**

Присваиваемая квалификация  
**Магистр**

Форма обучения  
**Очная**

Челябинск, 2025 г.



## Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств .....	3
2. Перечень формируемых компетенций .....	4
3. Содержание оценочных средств по дисциплине .....	7
3.1. Виды оценочных средств .....	7
3.2. Содержание оценочных средств .....	8
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации .....	12
4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации .....	12
4.2. Критерии оценивания промежуточной аттестации по видам оценочных средств .....	12
4.3. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций.....	12



## 1. Паспорт фонда оценочных средств

Направление подготовки: 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Направленность (профиль): Робототехника.

Дисциплина: Цифровая обработка сигналов.

Семестры: 1.

Форма промежуточной аттестации: экзамен в 1 семестре.

Для оценивания результатов обучения используется балльно-рейтинговая система.



## 2. Перечень формируемых компетенций

Изучение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» направлено на формирование компетенций, приведённых в Таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине.

Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументировано формулирует собственные суждения и оценки. УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации.	<b>Знать:</b> методологию анализа проблемной ситуации с целью выработки стратегии действий. <b>Уметь:</b> критически анализировать проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументированно формулировать собственные суждения и оценки. <b>Владеть:</b> навыком критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения проблемной ситуации.
ОПК-2	Способен применять компьютерные/суперкомпьютерные методы, современное программное обеспечение (в том числе отечественного производства) для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Демонстрирует знание компьютерных/суперкомпьютерных методов, методов использования инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек; знаком с содержанием Единого реестра российских программ. ОПК-2.2. Демонстрирует умения выбирать и использовать компьютерные/суперкомпьютерные методы, инструментальные средства, готовое программное обеспечение и библиотеки. ОПК-2.3. Имеет практический опыт анализа и интеграции	<b>Знать:</b> компьютерные/суперкомпьютерные методы, методы использования инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек для цифровой обработки информации; знаком с содержанием Единого реестра российских программ. <b>Уметь:</b> выбирать и использовать компьютерные/



Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		различных инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек при решении задач профессиональной деятельности.	суперкомпьютерные методы, инструментальные средства, готовое программное обеспечение и библиотеки для цифровой обработки информации. <b>Владеть:</b> практическим опытом анализа и интеграции различных инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек для цифровой обработки информации.
ПК-2	Способность применять методы математического моделирования при исследованиях и информационно-технологических разработках робототехнических систем, их подсистем, включая информационно-сенсорные	ПК-2.1. Демонстрирует знание методов формальной логики, методов решения вариационных задач, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, методов спектрального анализа сигналов, искусственных нейронных сетей. ПК-2.2. Демонстрирует умения составлять математические модели робототехнических систем, их подсистем, включая информационно-сенсорные, с применением комплекса методов; применять методы и средства математического моделирования при выполнении научно-исследовательских или информационно-технологических проектов в области обработки информации в робототехнических системах. ПК-2.3. Имеет практический опыт разработки математических	<b>Знать:</b> особенности цифрового представления данных, основные виды цифровых фильтров и методы их анализа и синтеза, способы спектрального анализа сигналов. <b>Уметь:</b> моделировать процессы искажения данных, обработки и синтеза сигналов, производить спектральный анализ данных. <b>Владеть:</b> методами оформления результатов обработки информационных данных.



Коды компетенции согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Содержание компетенций согласно ФГОС (ОПОП ВО)	Индикаторы достижения компетенции согласно ОПОП	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		моделей робототехнических систем.	
ПК-3	Способность применять методы и средства информационных технологий при исследованиях и информационно-технологических разработках робототехнических систем, их подсистем, включая информационно-сенсорные	ПК-3.1. Демонстрирует знание имеющихся программных пакетов и нового программного обеспечения, необходимого для обработки информации в робототехнических системах, а также для их проектирования; методов проектирования и разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации в робототехнических системах. ПК-3.2. Демонстрирует умения проектировать и разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации в робототехнических системах; применять методы и средства информационных технологий при выполнении научно-исследовательских или информационно-технологических проектов в области обработки информации в робототехнических системах. ПК-3.3. Имеет навыки разработки программного обеспечения, необходимого для обработки информации в робототехнических системах.	<b>Знать:</b> методы цифрового представления данных; классические приложения цифровой обработки данных. <b>Уметь:</b> определять параметры цифровых линейных систем и цифровых фильтров, выполнять классические преобразования данных, эффективно реализовывать алгоритмы цифровой обработки данных, использовать цифровые системы преобразования сигналов. <b>Владеть:</b> навыками использования основных технических приемов цифрового представления данных, работы с программными пакетами; навыками выполнения расчетов цифровых фильтров и цифровой фильтрации данных.



### 3. Содержание оценочных средств по дисциплине

#### 3.1. Виды оценочных средств

Таблица 2. Виды оценочных средств.

№ п/п	Код компетенции / планируемые результаты обучения	Контролируемые темы / разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
1	<p>УК-1 <b>Знать:</b> методологию анализа проблемной ситуации с целью выработки стратегии действий. <b>Уметь:</b> критически анализировать проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументированно формулировать собственные суждения и оценки. <b>Владеть:</b> навыком критического анализа, систематизации и обобщения информации для решения проблемной ситуации.</p> <p>ОПК-2 <b>Знать:</b> компьютерные/ суперкомпьютерные методы, методы использования инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек для цифровой обработки информации; знаком с содержанием Единого реестра российских программ. <b>Уметь:</b> выбирать и использовать компьютерные/ суперкомпьютерные методы, инструментальные средства, готовое программное обеспечение и библиотеки для цифровой обработки информации. <b>Владеть:</b> практическим опытом анализа и интеграции различных инструментальных средств, готового программного обеспечения и библиотек для цифровой обработки информации.</p>	<p>Дискретные сигналы и системы</p> <p>Z-преобразование сигналов</p> <p>Дискретизация сигналов с непрерывным временем</p> <p>Цифровые фильтры для обработки одномерных сигналов</p> <p>Дискретное образование Фурье (ДПФ)</p> <p>Методы проектирования и расчета цифровых фильтров</p>	Лабораторная работа	Вопросы для экзамена



№ п/п	Код компетенции / планируемые результаты обучения	Контролируемые темы / разделы	Наименование оценочного средства для текущего контроля	Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации
	<p><b>ПК-2</b> <b>Знать:</b> особенности цифрового представления данных, основные виды цифровых фильтров и методы их анализа и синтеза, способы спектрального анализа сигналов. <b>Уметь:</b> моделировать процессы искажения данных, обработки и синтеза сигналов, производить спектральный анализ данных. <b>Владеть:</b> методами оформления результатов обработки информационных данных.</p> <p><b>ПК-3</b> <b>Знать:</b> методы цифрового представления данных; классические приложения цифровой обработки данных. <b>Уметь:</b> определять параметры цифровых линейных систем и цифровых фильтров, выполнять классические преобразования данных, эффективно реализовывать алгоритмы цифровой обработки данных, использовать цифровые системы преобразования сигналов. <b>Владеть:</b> навыками использования основных технических приемов цифрового представления данных, работы с программными пакетами; навыками выполнения расчетов цифровых фильтров и цифровой фильтрации данных.</p>			

Типовые задания, критерии и показатели оценивания в рамках текущего контроля представлены в рабочей программе дисциплины (модуля). Полные комплекты оценочных средств и контрольно-измерительных материалов хранятся на кафедре.

### 3.2. Содержание оценочных средств

Промежуточная аттестация проводится в виде защиты проекта в 1 семестре.



Список вопросов для экзамена:

1. Введение в цифровую обработку сигналов, мотивация курса.
2. Дискретные сигналы и цифровые сигналы.
3. Функциональные преобразования сигналов.
4. Операции цифровой обработки.
5. Линейные системы, инвариантные к сдвигу.
6. Устойчивость и физическая реализуемость.
7. Области применения цифровой обработки сигналов.
8. Z-преобразование сигналов.
9. Определение z-преобразования.
10. Пространство z - полиномов.
11. Аналитическая форма z-образов.
12. Свойства z - преобразования.
13. Применение преобразования.
14. Обратное z - преобразование.
15. Дискретизация сигналов с непрерывным временем.
16. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ).
17. Свойства ДВПФ.
18. Теорема отсчетов.
19. Фурье анализ дискретных сигналов.
20. Весовые функции.
21. Периодограммы.
22. Цифровые фильтры для обработки одномерных сигналов.
23. Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры.
24. Импульсная реакция фильтров.
25. Передаточные функции фильтров.
26. Устойчивость фильтров.
27. Частотные характеристики фильтров.
28. Структурные схемы цифровых фильтров.
29. Линейные разностные уравнения с постоянными коэффициентами.
30. Теорема Теледжена.
31. Геометрическое оценивание и анализ передаточной функции.
32. Дискретное образование Фурье (ДПФ).
33. Свойства ДПФ.
34. Алгоритмы быстрого вычисления ДПФ.
35. Циклическая свертка.
36. Линейная свертка с использованием ДПФ.
37. Двумерное ДПФ.
38. Методы проектирования и расчета цифровых фильтров.
39. Типы фильтров. Методика расчетов.
40. Идеальные частотные фильтры.
41. Конечные приближения идеальных фильтров.
42. Применение весовых функций.
43. Принципы синтеза фильтров с конечной импульсной характеристикой (КИХ).
44. Синтез фильтров с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ): метод инвариантности импульсной характеристики, метод билинейного преобразования.



#### 45. Цифровые фильтры Баттерворта, Чебышева, эллиптические.

Список лабораторных работ:

Вариант 1

1. Найти отклик  $y(n)$  линейной, инвариантной во времени системы:

$$x(n)=a^n u(n), \quad h(n)=u(n+1) - u(n-6), \quad 0 < a < 1.$$

Построить график отклика. Является ли эта система стабильной и каузальной?

2. Покажите, является ли каждая система 1) стабильной, 2) каузальной, 3) линейной, 4) инвариантной во времени:

a)  $y(n)=g(n)x(n)$ , где  $g(n)$  – заданная функция;

b)  $y(n)=ax(n)+b$ ;

c)  $y(n)=e^{x(n)}$ ;

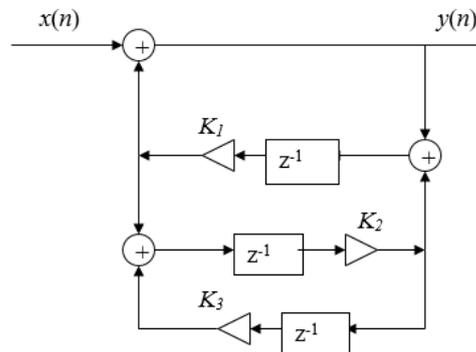
d)  $y(n)=x(n)+3u(n+1)$ .

3. Передаточная функция каузального и стабильного фильтра:  $H(z) = \frac{z^{-1} - z^{-2}}{1 - 0.64z^{-2}}$ .

Нарисуйте диаграмму нулей и полюсов. Найдите  $h(n)$  для всех  $n$ .

Нарисуйте  $|H(w)|$ .

4. Найти передаточную функцию системы  $H(z)$ .



Нарисуйте транспонированную схему, используя теорему Теленджена.

Вариант 2

1. Покажите, является ли каждая система 1) стабильной, 2) каузальной, 3) линейной, 4) инвариантной во времени:

a)  $y(n)=g(n)x(n)$ , где  $g(n)$  – заданная функция;

b)  $y(n)=ax(n)+b$ ;

c)  $y(n)=e^{x(n)}$ ;

d)  $y(n)=x(n)+3u(n+1)$ .

2. Найти отклик  $y(n)$  линейной, инвариантной во времени системы:

$$x(n)=a^n u(n), \quad h(n)=b^n [u(n-1) - u(n-6)], \quad 0 < a, b < 1.$$

Построить график отклика. Является ли эта система стабильной и каузальной?

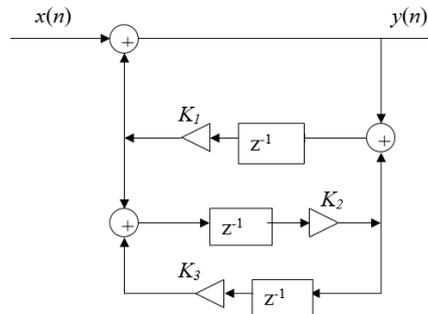
3. Передаточная функция каузального фильтра:

$$H(z) = \frac{z^{-2}}{(1 - 0.81z^{-2})}.$$

Нарисуйте диаграмму нулей и полюсов. Найдите  $h(n)$  для всех  $n$ . Является ли эта система стабильной? Нарисуйте  $|H(w)|$ .



4. Найти передаточную функцию системы  $H(z)$ .



Нарисуйте транспонированную схему, используя теорему Теленджена.

Вариант 3

1. Покажите, является ли каждая система 1) стабильной, 2) каузальной, 3) линейной, 4) инвариантной во времени, 5) с памятью или без памяти:

a)  $y(n) = x(n) + I$ , где  $g(n)$  – заданная функция;

b)  $y(n) = ax(2n+1)$ ;

c)  $y(n) = x(n) + au(n+1)$ ;

2. Найти отклик  $y(n)$  линейной, инвариантной во времени системы на входной сигнал:

$$x(n) = (1/2)^n u(n) - (3/2)^n u(-n-1),$$

a)  $h(n) = \delta(n) - \frac{1}{2}\delta(n-1)$ ,

b)  $h(n) = u(n)$ ,

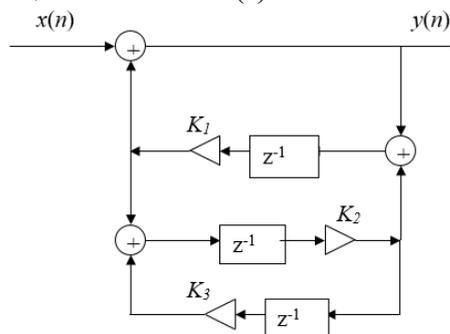
c)  $h(n) = \delta(n) - \frac{3}{2}\delta(n-1)$ .

Найти  $Y(z)$  и область сходимости.

3. Передаточная функция каузального фильтра:  $H(z) = \frac{1}{1 - (1/16)z^{-2}}$ .

Нарисуйте диаграмму нулей и полюсов. Найдите  $h(n)$  для всех  $n$ . Является ли эта система стабильной? Нарисуйте  $|H(w)|$ .

4. Найти передаточную функцию системы  $H(z)$ .



Нарисуйте транспонированную схему, используя теорему Теленджена.



#### **4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

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

Экзамен проводится в виде собеседования по вопросам в билете. В билет включено два вопроса из различных разделов курса, ответ на каждый вопрос оценивается максимально 20 баллами.

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

Критерии оценивания ответа на экзамене:

20-18 баллов / отлично - Свободно владеет понятийным аппаратом, умеет использовать его; знание и свободное владение фактическим материалом по теме; свободное владение речью, логичность и последовательность в изложении материала.

17-14 баллов / хорошо - Владеет понятийным аппаратом, но при использовании его допускает неточности; незначительные неточности в изложении фактического материала; испытывает отдельные затруднения в логичности и последовательности изложения материала.

13-10 баллов / удовлетворительно - В основном знает содержание понятий, но допускает ошибки в их использовании; испытывает затруднения в изложении фактического материала; материал в значительной степени излагается бессистемно и с нарушением логических связей.

9-0 баллов / не удовлетворительно - не владеет основными понятиями по предмету; не владеет фактическим материалом; отсутствие логики в изложении материала.

Итого за экзамен – 40 баллов.

Критерии оценивания лабораторной работы:

15-13 баллов / отлично - обучающийся понимает процесс; ориентируется в понятиях; свободно может ответить на дополнительные вопросы.

12-10 баллов / хорошо - обучающийся понимает процесс; ориентируется в понятиях; может ответить на дополнительные вопросы.

9-8 баллов / удовлетворительно - обучающийся не в полном объеме понимает процесс; слабо ориентируется в понятиях; может выполнить задания по образцу.

7-0 баллов / не удовлетворительно - обучающийся не понимает процесс; не ориентируется в понятиях. Не может выполнить задания.

Каждая лабораторная работа оценивается максимум в 15 баллов. Итого – 60 баллов.

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

Итоговая оценка выставляется по 100-балльной шкале, исходя из полученной суммы баллов:

0-49 баллов – неудовлетворительно (2);

50-69 баллов – удовлетворительно (3);

70-89 баллов – хорошо (4);

90-100 баллов – отлично (5).

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

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Продвинутый уровень сформированности компетенций соответствует оценке «отлично»:

Обучающийся владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и



исчерпывающе отвечает на все вопросы, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное: устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы.

2. Базовый уровень соответствует оценке «хорошо»:

Обучающийся владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах.

3. Пороговый уровень соответствует оценке «удовлетворительно»:

Обучающийся владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

4. Низкий уровень соответствует оценке «неудовлетворительно»:

Обучающийся не освоил обязательного минимума знаний предмета, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах экзаменатора.

