

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
радиотехники и компьютерных
технологий**

Д.А. Гаврилов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в программно-определяемые радиосистемы
по направлению:	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки:	Телекоммуникационные сети и системы Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра мультимедийных технологий и телекоммуникаций
курс:	1
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 15 час.

Самостоятельная работа: 45 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: С.А. Бахурин, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании кафедры мультимедийных технологий и телекоммуникаций 01.04.2024

Аннотация

Данный курс предназначен для ознакомления обучающихся с основами моделирования и прототипирования цифровой беспроводной связи с применением программно-определяемого радио. Обучающиеся изучат принципы организации работы и устройство программно-определяемого радио, рассмотрят виды аналоговой и цифровой модуляции сигналов, алгоритмы синхронизации в цифровых системах. На основе полученных знаний обучающиеся смогут моделировать алгоритмы обработки сигналов в средах Matlab и GNU Radio.

Курс проводится в формате семинаров и лабораторных работ по изученному материалу. Для успешного прохождения курса необходимо посещение и конспектирование занятий, выполнение лабораторных работ и самостоятельная работа с дополнительной литературой и предложенными моделями.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- познакомить обучающихся с основами моделирования и прототипирования цифровой беспроводной связи с применением программно-определяемого радио.

Задачи дисциплины

- разъяснение места и роли программно-определяемого радио в моделировании и проектировании цифровых радиосистем;
- ознакомление с внутренним строением программно-определяемого радио;
- приобретение обучающимися основных принципов работы с программно-определяемыми радиосистемами;
- знакомство с инструментами моделирования математических систем Matlab/Simulink и GNU Radio.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные научные знания в области естественных наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности

ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2 Владеет навыками реализации новых принципов и методов исследования в современных инфокоммуникационных системах и сетях
ОПК-3 Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций при поиске научно-технической информации в своей профессиональной деятельности

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- принципы организации работы программно-определяемого радио, в том числе его строение;
- основные методы построения моделирования и проектирования цифровой и аналоговой беспроводной связи;
- основы цифровой обработки сигналов в радиосистемах;
- виды аналоговой и цифровой модуляции сигналов;
- алгоритмы синхронизации в цифровых системах.

уметь:

- применять полученные теоретические знания при моделировании систем радиосвязи;
- моделировать алгоритмы обработки сигналов в программных комплексах Matlab и GNU Radio.

владеть:

- базовыми теоретическими и экспериментальными методами организации беспроводной цифровой связи на базе программно-определяемого радио.
- актуальным инструментарием для реализации методов беспроводной связи.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Знакомство с программно-определяемыми радиосистемами		4	2	6
2	Аналоговая передача информации. Амплитудная модуляция		4	2	6
3	Аналоговая система связи. Частотную модуляцию (Frequency Modulation – FM).		4	2	7
4	Концепция цифровых систем связи.		6	2	8
5	Системы связи с расширением спектра методом прямой последовательности.		6	2	8
6	Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).		6	5	10
Итого часов			30	15	45

Подготовка к экзамену	0 час.
Общая трудоёмкость	90 час., 2 зач.ед.

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Знакомство с программно-определяемыми радиосистемами

Структура программно-определяемых радиосистем. Теоретические основы приема и передачи сигналов. Знакомство с используемым программным обеспечением. Построение системы сканирования радиоэфира. Наблюдение сигналов. Изучение эффектов рассинхронизации частоты приемника и передатчика.

2. Аналоговая передача информации. Амплитудная модуляция

Наблюдение амплитудно-модулированного сигнала. Изучение методов модуляций DSB-LC и DSB-SC. Принцип частотного разделения каналов (Frequency-Division Multiplexing – FDM). Формирование I/Q отсчетов амплитудно-модулированного сигнала. Построение системы передачи данных на основе амплитудной модуляции с использованием двух частотно разделённых каналов. Построение DSB-LC приемника и передатчика в среде моделирования MatLab / GNU Radio.

3. Аналоговая система связи. Частотную модуляцию (Frequency Modulation – FM).

Наблюдение FM сигнала. Изучение параметров FM сигналов. Методы формирования комплексной огибающей сигнала. Демодуляция FM сигнала. Создание модели FM приемника и передатчика в среде моделирования MatLab / GNU Radio. Демодуляция сигнала.

4. Концепция цифровых систем связи.

Изучение методов цифровой модуляции сигналов. Амплитудно-фазовая модуляция (Amplitude Phase Shift Keying – APSK). Фазовая модуляция (Phase Shift Keying – PSK). Частотная модуляция (Frequency Shift Keying – FSK). Структура приемника цифровых систем связи. Синхронизация несущей. Восстановление символьной синхронизации. Создание модели приёмника и передатчика на базе дифференциальной двоичной фазовой манипуляции (Differential Binary Phase Shift Keying – DBPSK) в среде моделирования Matlab / GNU Radio.

5. Системы связи с расширением спектра методом прямой последовательности.

Рассмотрение методов расширения спектра при помощи прямой последовательности и псевдослучайной перестройки рабочей частоты. Создание модели DSSS приемника и передатчика в среде моделирования Matlab / GNU Radio.

6. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).

Концепция OFDM сигналов в стандартах связи IEEE 802.11. Обработка сигнала при помощи быстрого преобразования Фурье. Базовые понятия синхронизации OFDM сигналов. Создание модели передатчика в MatLab или GNU Radio, анализ принятого сигнала.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Рабочее место студента со стационарным компьютером и установленными операционными системами Windows 10 и Ubuntu 18.04;
2. SDR устройства: SDR Active Learning Module ADALM-PLUTO (приемник/передатчик) или RTL-SDR (приемник);
3. Matlab 2018a с доступными пакетами
 - a. Communicational System Toolbox;
 - b. ADALM-PLUTO Radio Support from Communications Toolbox;
 - c. RTL-SDR Support from Communications Toolbox;
4. Антенное оборудование для работы на частотах 430 MHz;
5. Соединительные кабели SMA;

Классное оборудование должно содержать в себе возможность проведения демонстрации методических и презентационных материалов.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Аналоговая электроника [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Л. Ларин ; М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т) . — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МФТИ, 2013 . — 268 с.
2. Цифровая связь : Теоретические основы и практическое применение [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Б. Скляр ; [пер. с англ. Е. Г. Грозы [и др.] ; под ред. А. В. Назаренко] . — 2-е изд., испр. — М. : Вильямс, 2007 . — 1104 с.

Дополнительная литература

1. Цифровая обработка сигналов [Текст] = Discrete-Time Signal Processing : [учеб. пособие для вузов] / А. Оппенгейм, Р. Шафер ; пер. с англ. под ред. С. Ф. Боева . — 3-е изд., испр. — М. : Техносфера, 2012 . — 1048 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека Физтеха
2. <http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование».
3. <http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам Российской академии наук.
4. <http://minsvyaz.ru/ru/documents/> – нормативно-правовые документы Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
5. <http://www.itu.int/pub/T-REC/> – Рекомендации Сектора стандартизации телекоммуникаций Международного союза электросвязи МСЭ-Т
6. <http://www.itu.int/pub/R-REC/> – Рекомендации Сектора радиосвязи Международного союза электросвязи МСЭ-R
7. <http://www.etsi.org/standards-search/> – стандарты Европейского института стандартизации телекоммуникаций ETSI
8. <http://www.ietf.org/rfc.html/> – документы инженерной рабочей группы Интернет RFC IETF
9. <https://www.gnuradio.org/> - документы открытого программного обеспечения GNU Radio
10. <https://www.mathworks.com/discovery/sdr.html/> - форум MatLab SDR
11. <https://www.analog.com/en/index.html> Документы производителей SDR устройств, используемых в курсе.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. В качестве лабораторного оборудования используются модули программно-определяемых радиосистем Adalm Pluto и RTL-SDR. Лабораторные работы выполняются на стационарных компьютерах или на ноутбуках с использованием программного обеспечения: Matlab 2018a, GnuRadio, SDRSharp на операционных системах Linux и Windows 10.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное освоение курса «Введение в программно-определяемые радиосистемы» требует большой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой.

Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы,
- проработку учебного материала (по учебной и научной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на семинарах и лабораторных работах;
- четкое следование инструкциям при выполнении лабораторных работ;
- подготовку к контрольным, самостоятельным работам и тестам.

Руководство и контроль за самостоятельной работой обучающегося осуществляется в результате анализа итогов полученных результатов лабораторных работ, а также индивидуальных консультаций.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Инфокоммуникационные технологии и системы связи
профиль подготовки:	Телекоммуникационные сети и системы Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий кафедра мультимедийных технологий и телекоммуникаций
курс:	<u>1</u>
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет	
Разработчик:	С.А. Бахурин, канд. техн. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации
УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.4 Способен использовать современные средства информационно-коммуникационных технологий для академического и профессионального взаимодействия
УК-6 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6.1 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности
	УК-6.2 Оценивает свою деятельность, соотносит цели, способы и средства выполнения деятельности с её результатами
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем своей профессиональной деятельности, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные и прикладные научные знания в области естественных наук
	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности
ОПК-2 Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	ОПК-2.2 Владеет навыками реализации новых принципов и методов исследования в современных инфокоммуникационных системах и сетях
ОПК-3 Способен приобретать, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению задач своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций при поиске научно-технической информации в своей профессиональной деятельности

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в программно-определяемые радиосистемы» обучающийся должен:

знать:

- принципы организации работы программно-определяемого радио, в том числе его строение;
- основные методы построения моделирования и проектирования цифровой и аналоговой беспроводной связи;
- основы цифровой обработки сигналов в радиосистемах;
- виды аналоговой и цифровой модуляции сигналов;
- алгоритмы синхронизации в цифровых системах.

уметь:

- применять полученные теоретические знания при моделировании систем радиосвязи;
- моделировать алгоритмы обработки сигналов в программных комплексах Matlab и GNU Radio.

владеть:

- базовыми теоретическими и экспериментальными методами организации беспроводной цифровой связи на базе программно-определяемого радио.
- актуальным инструментарием для реализации методов беспроводной связи.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Перечень типовых вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю:

1. Принцип передачи информации при помощи радиоволн.
2. Виды проводной и беспроводной связи.
3. Принцип работы классических систем радиосвязи.
4. Низкочастотная передача сигналов.
5. Методы кодирования аудио, видео, изображений, текстовой информации.
6. Перенос сигнала на несущую частоту. Квадратурный модулятор.
7. Принцип работы SDR радиосистемы приемника и передатчика.
8. Основные блоки и компоненты SDR радиосистемы.
9. Виды SDR устройств и распространенные рабочие параметры.
10. Понятие комплексного сигнала (I/Q отсчетов).
11. Методы наблюдения принятого сигнала (FFT преобразование, временная развертка, водопадный график)
12. Распределение служб вещания по радиочастотам.
13. Причины частотной рассинхронизации радиоустройств.
14. Виды аналоговой модуляции сигналов (AM/FM/PM). Параметры и места применения.
15. Амплитудная модуляция сигнала. DSB-LC и DSB-SC. Метод формирования комплексной огибающей.
16. Фильтрация сигналов. Виды фильтров и их параметры. Необходимость их применения в радиосистемах.
17. Метод частотного мультиплексирования сигналов. Описание подстанции приемника/передатчика с частотным мультиплексированием сигналов.
18. Частотная модуляция сигнала и ее параметры. Метод формирования комплексной огибающей.
19. Формирование сигнала FM радиостанций. Моно и стерео полосы, пилотный тон и сигнал RBDS.
20. Некогерентная и когерентная демодуляция сигналов.
21. Область применения аналоговых радиовещательных систем. FM-радиостанции, APT, RDB-S и т.д.
22. Методы цифровой манипуляции сигналов. ASK, PSK, FSK.
23. Структура цифровых систем связи.
24. Понятие битовой ошибки в системах цифровой связи. Влияние шума и помех на производительность цифровых систем связи.
25. Частотная, временная синхронизация принимаемого сигнала, ее важность в системах цифровой связи. Основные блоки синхронизации в одночастотных системах с BPSK модуляцией.
26. Когерентный и некогерентные методы приема. DBPSK модуляция.
27. Виды созвездий в цифровой модуляции.
28. Системы связи с расширением спектра. Причины необходимости расширения спектра. Расширение спектра методом прямой последовательности. Расширение спектра методом псевдослучайной перестройки частоты.
29. Чипирование сигнала, виды чипирующих последовательностей. Критерии качества.
30. Системы множественного доступа с кодовым разделением (CDMA). Область применения.
31. Системы связи с мультиплексированием с ортогональным разделением каналов. Области применения. Основные параметры и принцип передачи информации.
32. Понятие о поднесущих (каналах), Информационные, пилотные каналы. Защитный интервал.
33. Методы частотной, временной синхронизации OFDM сигналов.
34. Применение быстрого преобразования Фурье в обработке OFDM сигналов.

35. Фазовая подстройка и экранизация принятого сигнала.
36. Основные блоки приемника и передатчика OFDM сигналов.
37. Стандарт IEEE 802.11a WiFi

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Структура программно-определяемых радиосистем.
2. Теоретические основы приема и передачи сигналов.
3. Построение системы сканирования радиоэфира.
4. Изучение эффектов рассинхронизации частоты приемника и передатчика.
5. Аналоговая система связи. Амплитудная модуляция.
6. Методы амплитудной модуляции: DSB-LC и DSB-SC.
7. Принцип частотного разделения каналов (Frequency-Division Multiplexing – FDM).
8. Формирование I/Q отсчетов амплитудно-модулированного сигнала.
9. Системы передачи данных на основе амплитудной модуляции с использованием двух частотно разделённых каналов.
10. Модель DSB-LC приемник и передатчик в среде моделирования MatLab / GNU Radio.
11. Аналоговая система связи. Частотную модуляцию (Frequency Modulation – FM).
12. FM сигнала. Параметры FM сигнала.
13. Методы формирования комплексной огибающей сигнала.
14. Демодуляция FM сигнала.
15. Модель FM приемника и передатчика в среде моделирования MatLab / GNU Radio.
16. Демодуляция сигнала.
17. Концепция цифровых систем связи.
18. Изучение методов цифровой модуляции сигналов.
19. Амплитудно-фазовая модуляция (Amplitude Phase Shift Keying – APSK).
20. Фазовая модуляция (Phase Shift Keying – PSK).
21. Частотная модуляция (Frequency Shift Keying – FSK).
22. Структура приемника цифровых систем связи.
23. Синхронизация несущей.
24. Восстановление символьной синхронизации.
25. Модель приёмника и передатчика на базе дифференциальной двоичной фазовой манипуляции (Differential Binary Phase Shift Keying – DBPSK) в среде моделирования Matlab / GNU Radio.
26. Системы связи с расширением спектра методом прямой последовательности.
27. Рассмотрение методов расширения спектра при помощи прямой последовательности и псевдослучайной перестройки рабочей частоты.
28. Модель DSSS приемника и передатчика в среде моделирования Matlab / GNU Radio.
29. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM).
30. Концепция OFDM сигналов в стандартах связи IEEE 802.11.
31. Обработка сигнала при помощи быстрого преобразования Фурье.
32. Базовые понятия синхронизации OFDM сигналов.
33. Модели передатчика в MatLab или GNU Radio, анализ принятого сигнала.

Критерии оценивания

Оценка отлично (10) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (9) выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично (8) выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо (7) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо (6) выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо (5) выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно (4) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно (3) выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно (2) выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно (1) выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится в устной форме.

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося проводится в течение 30 минут.

Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины.

В курс имеются лабораторные работы, в результате выполнения которых обучающийся получает оценку.

За каждое задание студент получает оценку в соответствии с таблицей критерия оценивания.

Итоговая оценка за курс выставляется по результатам сдачи дифференцированного зачета и защиты лабораторных работ в соответствии с таблицей критерия оценивания.