

## **ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС «ТЕОРИЯ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ» В ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»**

**Анисимова Э.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», Елабужский институт, Елабуга, e-mail: ESAnisimova@kpfu.ru

Данная статья посвящена описанию применения цифрового образовательного ресурса «Теория систем и системный анализ» в подготовке бакалавров направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» Елабужского института Казанского федерального университета. Содержание курса включает в себя следующие модули: «Основы теории систем. Свойства и их измерения. Измерительные шкалы», «Конструктивные и функциональные свойства систем. Общесистемные закономерности», «Основы системного анализа. Экспертные методы решения проблем», «Методы структуризации». Каждый модуль содержит мультимедийные презентации, элементы «Книга», практические работы, тесты, информационное обеспечение, форум, в котором студенты могут задавать интересующие их вопросы преподавателю. Приведены результаты работы студентов на курсе. С целью оценки курса, особенностей работы на нём, оценки собственной работы для студентов проведено анкетирование. По итогам анкетирования, 92% студентов высоко оценили целостность и логичность построения курса, 100% опрашиваемых высоко оценили качество наглядного материала, 92% респондентов высоко оценили возможность задавать вопросы, 100% студентов высоко отметили полезность курса, 84% опрашиваемых оказались с высокой степенью вовлечены в работу на курсе, 96% студентов отметили высокий уровень доступности рекомендованных информационных ресурсов.

Ключевые слова: цифровой образовательный ресурс, теория систем и системный анализ, дистанционное обучение, балльно-рейтинговая система, модуль, анкетирование.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Казанского (Приволжского) федерального университета.*

## **DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE "SYSTEM THEORY AND SYSTEM ANALYSIS" IN THE TRAINING OF BACHELORIES IN THE DIRECTION "APPLIED INFORMATICS"**

**Anisimova E.S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kazan Federal University, Elabuga Institute, Elabuga, e-mail: ESAnisimova@kpfu.ru

This article is devoted to the description of the use of the digital educational resource "Systems Theory and System Analysis" in the preparation of bachelors of the direction of training 09.03.03 Applied Informatics of the Yelabuga Institute of Kazan Federal University. The content of the course includes the following modules: "Fundamentals of systems theory. Properties and their measurements. Measuring scales", "Constructive and functional properties of systems. System-wide regularities", "Fundamentals of system analysis. Expert methods for solving problems", "Methods of structuring". Each module contains multimedia presentations, "Book" elements, practical work, tests, information support, a forum in which students can ask their questions to the teacher. The results of the work of students on the course are given. In order to evaluate the course, the features of work on it, and evaluate their own work, a survey was conducted for students. According to the results of the survey, 92% of students highly appreciated the integrity and consistency of the course structure, 100% of respondents highly appreciated the quality of visual material, 92% of respondents highly appreciated the opportunity to ask questions, 100% of students highly noted the usefulness of the course, 84% of respondents were highly involved in work on the course, 96% of students noted the high level of availability of recommended information resources.

Keywords: digital educational resource, systems theory and system analysis, distance learning, scoring system, module, questioning.

*This work was supported financially by Kazan (Privolzhsky) Federal University.*

В настоящее время дистанционный формат проведения занятий становится неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Дистанционное обучение предоставляет широкий спектр возможностей для продвижения по индивидуальной образовательной траектории обучающегося:

- выбор оптимальной формы и темпа обучения;
- выбор тех способов обучения, которые наиболее соответствуют индивидуальным особенностям обучающегося;
- рефлексивное осознание полученных результатов;
- осуществление оценки и корректировки своей деятельности [1].

Сегодня изучение отдельных дисциплин в вузах часто проходит в смешанном формате, что предполагает сочетание традиционной и электронной форм обучения. Электронное обучение предусматривает использование в образовательном процессе цифровых образовательных ресурсов как средств дистанционного обучения [2].

Под цифровыми (электронными) образовательными ресурсами принято понимать «ресурсы, представленные в электронно-цифровой форме и включающие в себя структуру, предметное содержание и метаданные о них: информацию, программное обеспечение, необходимые для их использования в процессе обучения» [3]. Применение цифровых образовательных ресурсов позволяет активизировать деятельность учащихся, дает возможность повысить качество образования, повысить профессиональный уровень педагога, разнообразить формы общения всех участников образовательного процесса [4], что делает актуальным их применение в образовательном процессе.

Цель исследования – анализ применения цифрового образовательного ресурса «Теория систем и системный анализ» в подготовке студентов направления 09.03.03 «Прикладная информатика».

### **Материал и методы исследования**

В данной статье описаны результаты применения цифрового образовательного ресурса «Теория систем и системный анализ» [5] в преподавании одноимённой дисциплины студентам Елабужского института (филиала) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

Исследование было проведено в 2022-2023 учебном году в рамках преподавания дисциплины «Теория систем и системный анализ» [6] для студентов направления 09.03.03 «Прикладная информатика» (профиль «Прикладная информатика в экономике») очной формы обучения. В исследовании приняли участие 24 студента.

Дисциплина «Теория систем и системный анализ» изучается на втором курсе (третий и

четвёртый семестр). Общее количество часов составляет 180, из них в 3-м семестре – 36 часов лекций, 36 часов практических занятий, 36 часов самостоятельной работы, в 4-м семестре – 8 часов лекций, 10 часов практических занятий, 18 часов – самостоятельная работа, 36 часов – контроль. Форма контроля в третьем семестре – зачёт, в четвёртом семестре – экзамен.

Для проведения занятий на платформе электронного обучения Казанского федерального университета [7] был разработан цифровой образовательный ресурс «Теория систем и системный анализ».

В структуру курса входят четыре модуля:

1. Основы теории систем. Свойства и их измерения. Измерительные шкалы.
2. Конструктивные и функциональные свойства систем. Общесистемные закономерности.
3. Основы системного анализа. Экспертные методы решения проблем.
4. Методы структуризации [8, с. 316-334].

Модули 1 и 2 изучаются в третьем семестре, модули 3 и 4 – в четвёртом.

В начале курса содержится промовидео о курсе, целевой аудитории и рекомендациях по его изучению, записанное автором в студии Jalinga [9]. На курсе приведён тематический план, содержащий информацию о видах и часах контактной работы, их трудоёмкости. Также на курсе размещены сведения о сроках изучения тем, выполнения заданий в текущем семестре. Кроме того, в соответствии с балльно-рейтинговой системой [10] распределены оценки за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию. Для реализации обратной связи на курсе имеется форум «Объявления».

Теоретический материал каждого модуля содержит мультимедийные презентации, элементы «Книга». Мультимедийная презентация подготовлена с использованием фирменного стиля КФУ [11]. Элемент «Книга» представляет собой многостраничный ресурс, подобный книге, с главами и подглавами. Книга содержит медиафайлы, а также длинную текстовую информацию, которая разбита на разделы.

Проверка усвоения материала обучающимися в каждом модуле производится с использованием заданий, практических работ, тестов. В каждой работе приведены сроки выполнения, критерии оценки выполнения заданий, максимальное количество баллов.

Для обзора источников опубликовано информационное обеспечение, содержащее список основной, дополнительной литературы, а также интернет-ресурсов по изучаемому модулю.

Кроме того, в каждом модуле размещён форум, в котором студенты могут задавать интересующие их вопросы преподавателю.

В рамках модуля 1 изучаются понятия цели и целеполагания, объекта, модели, системы,

изучаются свойства и их измерения, измерительные шкалы. Для освещения теоретического материала в модуле 1, кроме мультимедийной презентации и элемента «Книга», опубликована также видеолекция «Системы в организациях», снятая в студии Jalinga автором курса и подготовленная с применением фирменного стиля КФУ.

Для контроля знаний обучающихся в модуле 1 предусмотрены практическая работа и тесты. Практическая работа № 1 содержит 5 задач. Это задачи по работе с измерительными шкалами. Формат ответа: текстовый документ / электронная таблица / сканированное изображение (архив сканированных изображений). Максимальное количество баллов за практическую работу приведено в таблице.

Максимальное количество баллов за выполнение работ

| <b>Семестр</b> | <b>Наименование работы</b> | <b>Количество баллов</b> |
|----------------|----------------------------|--------------------------|
| 3              | Практическая работа № 1    | 4                        |
| 3              | Практическая работа № 2    | 3                        |
| 3              | Практическая работа № 3    | 5                        |
| 3              | Практическая работа № 4    | 4                        |
| 3              | Практическая работа № 5    | 4                        |
| 3              | Практическая работа № 6    | 4                        |
| 3              | Практическая работа № 7    | 6                        |
| 3              | Тесты по модулю 1          | 10                       |
| 3              | Тесты по модулю 2          | 10                       |
| 3              | Итоговый тест № 1          | 50                       |
| Итого          |                            | 100                      |
| 4              | Практическая работа № 8    | 10                       |
| 4              | Практическая работа № 9    | 14                       |
| 4              | Тесты по модулю 3          | 13                       |
| 4              | Тесты по модулю 4          | 13                       |
| 4              | Итоговый тест № 2          | 50                       |
| Итого          |                            | 100                      |

Тесты по модулю 1 содержат 49 заданий. Среди них вопросы типа «Короткий ответ», «На соответствие», «Множественный выбор», «Выбор пропущенных слов» (рис. 1).

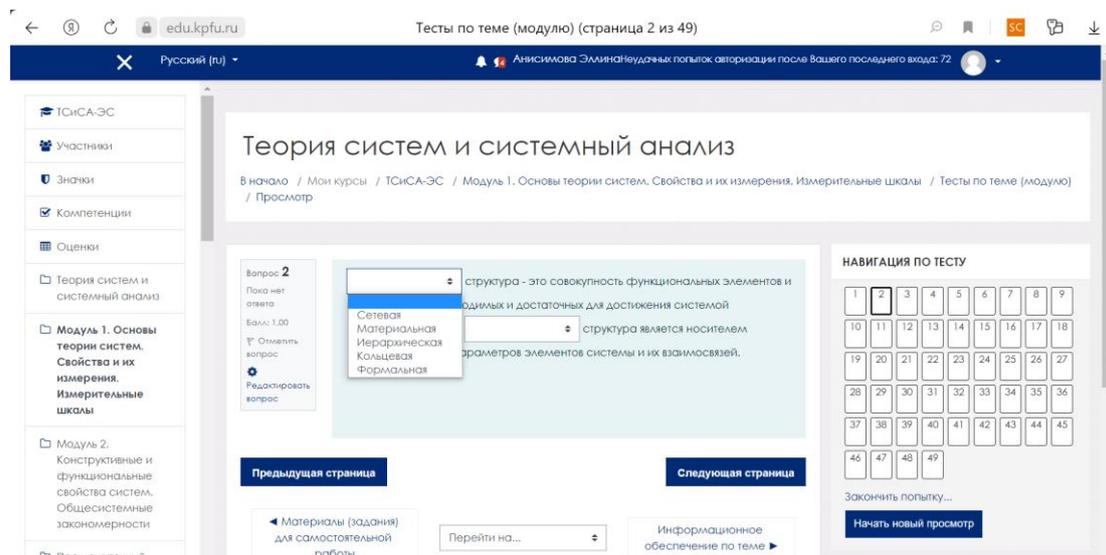


Рис. 1. Задание «Выбор пропущенных слов»

Модуль 2 имеет повышенную сложность. В нём разбираются вопросы конструктивных и функциональных систем, а также общесистемных закономерностей. В модуле 2 содержится теоретический материал, практические работы № 2-7, тесты для проверки усвоения материала.

Практическая работа № 2 содержит задания по описанию строения системы. Предполагается выбор студентом исследуемой системы (технические устройства, информационные системы, биологические системы, организации, социальные и социально-экономические системы). Далее согласно заданиям выполняется построение иерархии состава системы, краткое описание основных подсистем и элементов. Далее следует описание структуры системы и взаимодействие с окружающей средой. В работе приведён пример её выполнения (система «Радиоприёмник»).

Практическая работа № 3 посвящена измерению свойств системы. Первоначально студентом выбирается система для моделирования. Практическая работа содержит задания по измерению свойств выбранной системы с помощью номинальной шкалы, сравнению их совпадения с помощью символа Кронекера; по измерению свойств системы с помощью ранговой шкалы, определению медианы; по измерению свойств с помощью шкал интервалов и отношений; выбору критериев для сравнения объектов, измерению объектов по критериям; по нормированию оценок важности и значений критериев; по определению интегральной оценки объектов методом аддитивной свёртки, методом мультипликативной свёртки, методом идеальной точки.

Практическая работа № 4 посвящена экспертной оценке свойств системы. Студенты самостоятельно формируют группы по 3-4 человека. Каждая группа определяет цель сравнения и объекты для сравнения. Эксперты сравнивают объекты, проводят их ранжирование. На основе оценок всех экспертов составляется обобщённая ранжировка.

Вычисляется оценка согласованности мнений экспертов. Каждым экспертом составляется матрица парных сравнений объектов, после этого составляется обобщённая матрица всей группы экспертов. Далее экспертами выбирается шкала для непосредственной оценки, вычисляется оценка объектов с учётом показателей компетентности экспертов. Затем группой экспертов производится последовательное сравнение методом Черчмена - Акоффа.

В практической работе № 5 осуществляется формальное моделирование выбранной системы. В работе содержатся задания по описанию входных и выходных переменных, а также переменных, описывающих состояние системы; по определению зависимостей между переменными; по определению подсистем и элементов системы, элементов окружающей среды, описанию формальной модели состава и структуры.

Практическая работа № 6 включает в себя задания по описанию функционирования системы (выбранной в практической работе № 5) в пространстве состояний; выбору параметров системы, характеризующих её поведение; описанию состояний системы и соответствующих значений параметров, событий, способствующих переходу системы из одного состояния в другое; по описанию жизненного цикла системы; по описанию управления системой (цель, управляющие воздействия, обратная связь).

Практическая работа № 7 содержит задания по составлению таблиц исходных данных, построению графиков зависимостей и их фазовых траекторий. Задания выполняются по вариантам.

Тесты по модулю 2 содержат 44 вопроса разного типа: «Короткий ответ», «На соответствие», «Множественный выбор», «Перетаскивание в текст».

На курсе предусмотрен промежуточный контрольный блок, содержащий итоговый тест № 1 для проверки усвоения материала за семестр. Итоговый тест включает в себя 30 вопросов и заданий разного уровня сложности.

Модуль 3 посвящён основам системного анализа и экспертным методам решения проблем (методы индивидуальной, групповой экспертизы, морфологические методы, методы структуризации). По модулю 3 на курсе предусмотрены практическая работа № 8 и тесты.

В практической работе № 8 обучающиеся формируют группы. Каждая группа получает задание по составлению анкеты для экспертов. Далее группы обмениваются готовыми анкетами и в качестве экспертов проходят анкетирование.

Тесты по модулю 3 включают 25 вопросов разного уровня сложности.

В модуле 4 рассматриваются методы структуризации. В модуле для проверки усвоения материала обучающимися имеется практическая работа № 9 и тесты.

Практическая работа № 9 выполняется по вариантам. Работа содержит задание по выбору многофункционального устройства / принтера / моноблока из предложенных моделей

с использованием метода анализа иерархий. Для выполнения работы также в работе размещён образец её выполнения.

Тесты по модулю 4 содержат 15 вопросов разного уровня сложности.

На курсе расположен итоговый контрольный блок с итоговым тестом № 2. Итоговый тест № 2 включает в себя 60 вопросов, охватывающих изученный в семестре материал.

В конце прохождения курса для студентов предусмотрено прохождение анкетирования. Анкета содержит 16 вопросов, касающихся оценки курса студентами, особенностей работы на нём, оценки собственной работы и т.п. Анкета содержит вопросы типа «Множественный выбор» (один или несколько правильных ответов) и «Эссе».

### Результаты исследования и их обсуждение

На рисунках 2-4 представлены отчёты по оценкам студентов за выполнение работ на курсе за 3-й и 4-й семестр, а также за итоговые тесты № 1 и № 2. На графиках также приведено максимальное количество баллов, которое можно получить за выполнение того или иного задания.

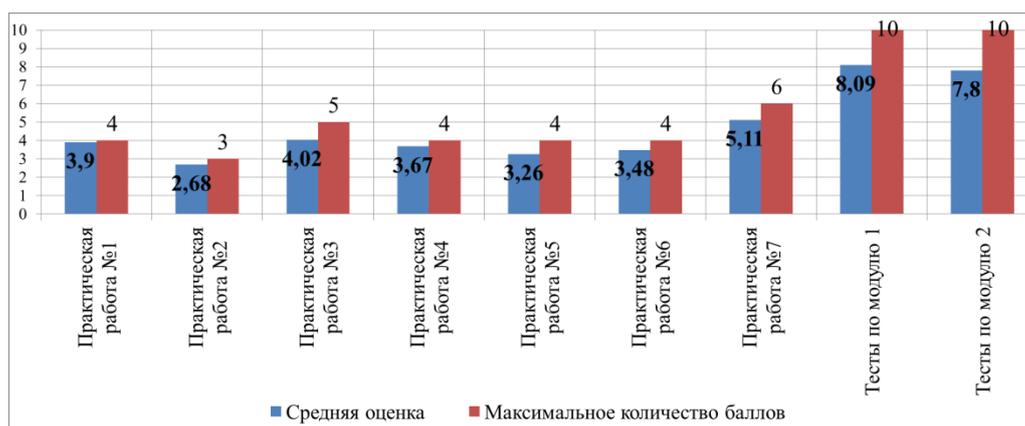


Рис. 2. Отчёт по оценкам за 3-й семестр

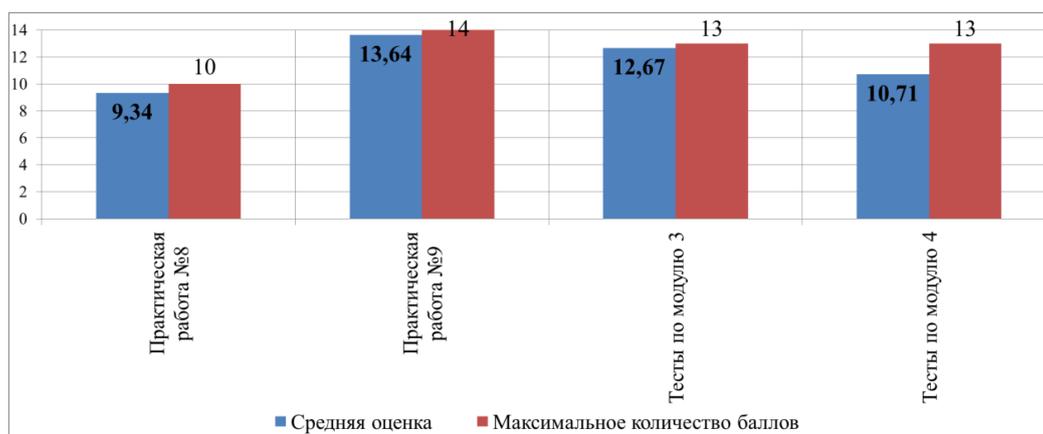


Рис. 3. Отчёт по оценкам за 4-й семестр

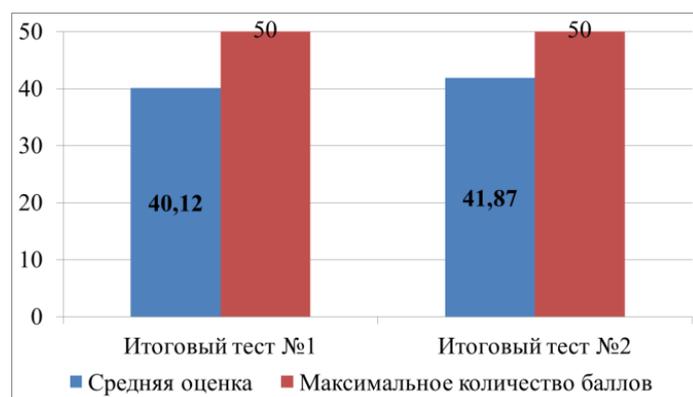


Рис. 4. Отчёт по оценкам за итоговые тесты № 1 и № 2

Согласно отчетам, студенты показали высокий уровень выполнения работ на курсе.

На рисунке 5 представлены результаты анкетирования.

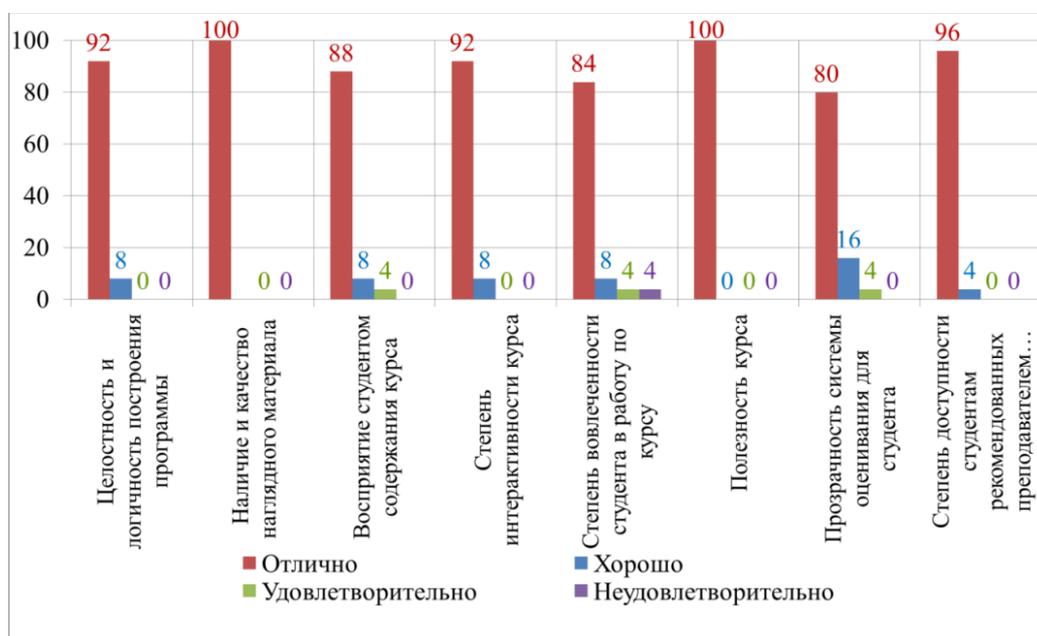


Рис. 5. Результаты анкетирования (в процентах)

Из рисунка 5 видно, что 92% студентов высоко оценили целостность и логичность построения курса, 100% опрошиваемых высоко оценили качество наглядного материала, 88% студентов содержание курса было понятным, 92% респондентов высоко оценили возможность задавать вопросы, 100% студентов высоко отметили полезность курса, 84% опрошиваемых оказались с высокой степенью вовлечены в работу на курсе, 96% студентов отметили высокий уровень доступности рекомендованных информационных ресурсов.

Наиболее сложным студенты посчитали модуль 2 – «Конструктивные и функциональные свойства систем. Общесистемные закономерности»; наименее сложным – модуль 3 – «Основы системного анализа. Экспертные методы решения проблем».

## Заключение

Применение цифрового образовательного ресурса «Теория систем и системный анализ» показало высокую эффективность в подготовке бакалавров направления подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика», что подтверждается полученными результатами обучения и итогами анкетирования.

### Список литературы

1. Кропанцева Н.Н. Дистанционное образование – способ реализации индивидуальной образовательной траектории учащихся. [Электронный ресурс]. URL: <https://exposition.prostomatematika.ru/job/7> (дата обращения: 06.08.2023).
2. Шкаредных А.С., Симонова Г.И. Возможности электронных образовательных ресурсов как средств дистанционного обучения // Вестник Вятского государственного университета. 2022. № 2. С. 86-96.
3. ГОСТ Р 52653–2006. Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения // Техэксперт. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200053103> (дата обращения: 05.08.2023).
4. Дубровина Е.А. Использование цифровых образовательных ресурсов в современном образовательном процессе. [Электронный ресурс]. URL: <https://nsportal.ru/vuz/pedagogicheskie-nauki/library/2014/01/10/ispolzovanie-tsifrovyykh-obrazovatelnykh-resursov-v> (дата обращения: 06.08.2023).
5. Анисимова Э.С. Теория систем и системный анализ. [Электронный ресурс]. URL: <https://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=3821> (дата обращения: 06.08.2023).
6. Анисимова Э.С. Интерактивный подход в преподавании дисциплины «Теория систем и системный анализ» // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/article/view?id=31092> (дата обращения: 06.08.2023).
7. Дистанционное образование Казанского федерального университета. [Электронный ресурс]. URL: [edu.kpfu.ru/](http://edu.kpfu.ru/) (дата обращения: 06.08.2023).
8. Качала В.В. Общая теория систем и системный анализ. М.: Горячая линия Телеком, 2019. 432 с.
9. Jalinga – interactive video studios for online education. [Электронный ресурс]. URL: <https://jalinga.com/> (дата обращения: 06.08.2023).
10. Регламент применения балльно-рейтинговой системы оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Казанский (приволжский) федеральный университет» [Электронный ресурс].

URL: [https://kpfu.ru/portal/docs/F\\_702614932/Reglament.BRS.01.09.2020.pdf](https://kpfu.ru/portal/docs/F_702614932/Reglament.BRS.01.09.2020.pdf) (дата обращения: 06.08.2023).

11. Фирменный стиль КФУ. [Электронный ресурс]. URL: [https://kpfu.ru/about\\_university/brendbuk-kfu](https://kpfu.ru/about_university/brendbuk-kfu) (дата обращения: 06.08.2023).