

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт вычислительной математики и информационных технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский



» 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Анализ сложных систем

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Машинное обучение и компьютерное зрение

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Коннов И.В. (кафедра системного анализа и информационных технологий, отделение фундаментальной информатики и информационных технологий), Igor.Konnov@kpfu.ru

# **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-2	Разработка требований и проектирование программного обеспечения
ПК-3	Выполнение работ и управление работами по созданию(модификации) и сопровождению информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы
ПК-7	Концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

теоретические знания об основных свойствах равновесных моделей

Должен уметь:

понимать основные подходы к построению равновесных моделей в сложных системах и их приложений

Должен владеть:

навыками формулирования и решения наиболее простых моделей равновесия

Должен демонстрировать способность и готовность:

ориентироваться в различных методах исследования возникающих задач в различных областях, таких как экономика и системы телекоммуникации

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии (Машинное обучение и компьютерное зрение)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 1 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 18 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 144 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре.

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

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.	1	2	0	0	12
2.	Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.	1	2	0	0	12
3.	Тема 3. Модели совершенной конкуренции.	1	2	0	2	12
4.	Тема 4. Игровые модели равновесия.	1	2	0	2	12
6.	Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.	1	0	0	4	12
7.	Тема 7. Общие модели экономического равновесия.	1	2	0	0	12
8.	Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.	1	0	0	4	12
9.	Тема 9. Модели миграции населения.	1	2	0	0	15
10.	Тема 10. Вариационные неравенства.	1	2	0	0	15
11.	Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.	1	2	0	4	15
12.	Тема 12. Механизмы достижения равновесия при различных информационных схемах.	1	2	0	2	15
	Итого		18	0	18	144

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. Понятие равновесия для исследования сложных систем.

Понятие равновесия и его обобщения для исследования сложных систем.

Основные математические модели сложных систем, применение различных принципов оптимальности, решение задач и простейшие примеры приложений. Понятие равновесия для сложных систем. Типы рыночного равновесия, статические и динамические модели.

### **Тема 2. Типы равновесий на рынке однородного товара.**

Агрегированные равновесные модели взаимодействия экономических агентов. Типы равновесий на рынке однородного товара, статические и динамические модели рынка.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач и простейшие примеры приложений.

### **Тема 3. Модели совершенной конкуренции.**

Микроэкономические модели взаимодействия экономических агентов и обмен информацией. Модель обмена. Индивидуальный спрос и равновесие. Модель Эрроу-Дебре. Процессы установления равновесных цен.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем.

### **Тема 4. Игровые модели равновесия.**

Игровые модели равновесия. Олигополистические рынки по Курно и Бертрону, стратегии поведения участников.

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

### **Тема 6. Модели равновесия на основе теории двойственности.**

Модели равновесия на основе теории двойственности. Двойственность в линейном программировании. Экономическая интерпретация симплекс-метода. Обобщенные условия оптимальности.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач и простейшие примеры приложений.

### **Тема 7. Общие модели экономического равновесия.**

Общие модели экономического равновесия. Модели равновесия Касселя-Вальда и Скарфа.

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

### **Тема 8. Модели равновесия в распределенных информационных системах.**

Модели равновесия в распределенных информационных системах. Модели транспортного равновесия.

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

### **Тема 9. Модели миграции населения.**

Модели миграции населения. Моделирование процессов миграции населения.

Основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, методы и подходы для решения задач. Особенности математических моделей и простейшие примеры приложений.

### **Тема 10. Вариационные неравенства.**

Вариационные неравенства. Свойства существования и единственности решений. Вариационные неравенства и другие задачи нелинейного анализа.

Вариационные неравенства как основные математические модели, основные элементы, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, методы и подходы для решения задач.

### **Тема 11. Методы решения вариационных неравенств.**

Методы решения вариационных неравенств. Метод Ньютона. Проективный метод.

Свойства монотонности отображений. Реализация метода Ньютона.

Реализация проективного метода. Свойства сходимости.

Область применения методов регуляризации и проксимальной точки.

Связь с равновесием для сложных систем, методы и подходы для решения задач.

### **Тема 12. Механизмы достижения равновесия при различных информационных схемах.**

Классификация систем с активными элементами. Методы декомпозиции и их применение к задачам распределения ресурсов. Модели аукционных рынков. Достижение равновесия при различных информационных схемах.

Основные математические модели, применение различных принципов оптимальности, связь с равновесием для сложных систем, решение задач и простейшие примеры приложений.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Цифровой образовательный ресурс "Введение в теорию кибернетических систем", СПбГУ - [https://openedu.ru/course/mipt/DATA\\_AN/](https://openedu.ru/course/mipt/DATA_AN/)

Цифровой образовательный ресурс "Математические методы и модели в экономике", НИЯУ МИФИ - <https://openedu.ru/course/mephi/ECMAMO/>

Цифровой образовательный ресурс "Моделирование процессов и систем. Нелинейные динамические системы", НИУ ВШЭ - <https://openedu.ru/course/hse/MODSYS/>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы.

Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.



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

Занятие на MSTEams, команда -

<https://teams.microsoft.com/l/team/19%3a02ed2cf2f78b47279a822ea305014fcb%40thread.tacv2/conversations?groupId=ade2f>

Интернет-портал образовательных ресурсов по ИТ - <http://www.intuit.ru>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.math.ru/>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.mathnet.ru>

Интернет--портал ресурсов по математическим наукам - <http://www.allmath.com/>

Интернет-портал со статьями по алгоритмике и программированию - <http://algolist.manual.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Студентам следует обратить внимание на базовый подход к построению моделей сложных систем на основе равновесия и его обобщений. Кроме того, в качестве единой математической основы используются вариационные неравенства. Поэтому изучение их свойств играет решающую роль для усвоения материала в едином курсе. Надо стремиться самостоятельно выполнять все упражнения, предлагаемые преподавателем в ходе лекции. С помощью вариационных неравенств нетрудно проследить связь различных классов равновесных моделей. При изучении моделей равновесия надо обратить внимание прежде всего на содержательную сторону условий равновесия в каждой модели.
лабораторные работы	Лабораторные работы проводятся в целях закрепления навыков студентов в самостоятельном решении задач по математическому моделированию поведения сложных систем. Основные рекомендации при подготовке к лабораторным работам - активно использовать конспект лекций, составлять краткие тезисы описания основных приемов, алгоритмов и методов решения задач, решать задачи, аналогичные разбираемым на лекциях, чтобы лучше и глубже понять идеи разбираемых методов.
самостоятельная работа	Изучение дисциплины 'Анализ сложных систем' предусматривает систематическую самостоятельную работу студентов над материалами лекций, а также изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Студентам следует стремиться самостоятельно решать все задачи, предлагаемые преподавателем в ходе курса, а также содержащиеся в рекомендованной литературе. Прежде всего необходимо усвоить подход к построению моделей сложных систем на основе равновесия и его обобщений. Следует обратить внимание на связь различных классов равновесных моделей. При изучении задач олигополии следует самостоятельно решать примеры графическим и численными методами и выполнять предлагаемые теоретические задания. При изучении вариационных неравенств следует обратить внимание на условия теорем о существовании решений, связи с другими задачами, а также на условия сходимости методов. С целью закрепления навыков построения и исследования математических моделей в состав курса включается решение задач по основным темам.
экзамен	При подготовке к экзамену надо обратить внимание на равную значимость хорошего усвоения всех компонент курса: построения моделей, теоретического исследования и численного решения задач. Не требуется запоминания сложных формул в моделях равновесного типа. Главное - это понимание условий применимости той или иной модели, а также условий, при которых решение задачи может быть эффективно найдено.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" и магистерской программе "Машинное обучение и компьютерное зрение".



Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.01 Анализ сложных систем

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Машинное обучение и компьютерное зрение

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

**Основная литература:**

1. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. - 7-е изд. - Москва : Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2019. - 398 с - ISBN 978-5-394-02736-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1091193> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
  2. Девятков, В. В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: монография / В. В. Девятков. - Москва : Вуз. уч.: ИНФРА-М, 2019. - 448 с. (Научная книга). - ISBN 978-5-9558-0338-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1002019> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
  3. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации : учебное пособие / А. М. Афонин, Ю. Н. Царегородцев, А. М. Петрова, Ю. Е. Ефремова. - Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. - 191 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-678-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1016608> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
  4. Мыльник, В. В. Исследование систем управления: Учебное пособие / Мыльник В.В., Титаренко Б.П., - 2-е изд. - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 238 с.: (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01330-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009038> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
  5. Сигал, А. В. Теория игр и ее экономические приложения : учеб. пособие / А.В. Сигал. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 418 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5b4462825d3c38.99437329](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5b4462825d3c38.99437329). - ISBN 978-5-16-014108-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967152> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
- 2

**Дополнительная литература:**

1. Дорогов, В. Г. Введение в методы и алгоритмы принятия решений : учебное пособие / В. Г. Дорогов, Я. О. Теплова. - Москва : ИД 'ФОРУМ' : ИНФРА-М, 2019. - 240 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0486-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007483> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
2. Балдин, К. В. Математическое программирование : учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рыкоуев. - 2-е изд. - Москва : Дашков и К, 2018. - 218 с. - ISBN 978-5-394-01457-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/415097> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
3. Новиков, А. И. Теория принятия решений и управление рисками в финансовой и налоговой сферах : учебное пособие / А. И. Новиков, Т. И. Солодкая. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательско-торговая корпорация 'Дашков и К-', 2019. - 284 с. - ISBN 978-5-394-03251-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1093154> (дата обращения: 27.02.2020). - Режим доступа: по подписке.
4. Андрианова, А.А. Принятие решений в условиях неопределенности / А.А.Андрианова, Р.Ф. Хабибуллин. - Казань: Казан. ун-т, 2015. - 25 с. - Текст : электронный. - URL: [http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20356/09\\_104\\_001107.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/20356/09_104_001107.pdf) (дата обращения: 27.02.2020)

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.01.01 Анализ сложных систем

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 02.04.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Профиль подготовки: Машинное обучение и компьютерное зрение

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2020

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.