

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ  
Н.Д. Ахметов  
«31» августа 2020 г.

**Программа дисциплины**

Системный анализ и управление сложными системами

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика  
Профиль подготовки: отсутствует  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## 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 доцент, к.н. (доцент) Демьянов Д.Н. (Кафедра системного анализа и информатики, Отделение информационных технологий и энергетических систем), DNDemyanov@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>
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию
ПК-1	Способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям
ПК-9	Способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия и принципы системного анализа, основные методы принятия решений; основные подходы к решению хорошо структурированных, плохо структурированных и неструктурированных проблем;

основные подходы к моделированию и управлению сложными системами, основные принципы построения и использования мультиагентных систем.

Должен уметь:

использовать методы системного анализа для решения прикладных проблем;

сводить прикладные проблемы к задачам оптимизации и выбирать методы их решения, осуществлять принятие решений при наличии и отсутствии неопределенности;

создавать модели сложных систем различной природы, определять структуру и правила функционирования мультиагентной системы.

Должен владеть:

навыками применения методов системного анализа для решения прикладных проблем;

навыками сведения прикладных проблем к задачам условной или безусловной оптимизации, навыками использования современных программных продуктов для решения задач оптимизации;

навыками применения методов принятия решений, навыками решения практических задач с использованием мультиагентных технологий.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 "Прикладная математика и информатика" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

## 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 10 зачетных единиц на 360 часов.

Контактная работа - 144 часа, в том числе лекции - 54 часа, практические занятия - 0 часов, лабораторные работы - 90 часов, контроль самостоятельной работы - 0 часов.

Самостоятельная работа - 144 часа.

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа.

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 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. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.	5	4	0	4	10
2.	Тема 2. Основные положения системного анализа.	5	6	0	6	15
3.	Тема 3. Основные этапы системного анализа.	5	18	0	18	45
4.	Тема 4. Принятие решений.	5	8	0	8	20
5.	Тема 5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.	6	4	0	12	12
6.	Тема 6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.	6	8	0	24	24
7.	Тема 7. Мультиагентный подход к решению задач управления.	6	6	0	18	18
	Итого		54	0	90	144

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

## **Тема 1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.**

Классификация реальных проблем. Хорошо структурированные проблемы. Отличительные особенности хорошо структурированных проблем. Примеры хорошо структурированных проблем. Способы решения хорошо структурированных проблем. Неструктурированные проблемы. Отличительные особенности неструктурированных проблем. Примеры неструктурированных проблем. Способы решения неструктурированных проблем. Плохо структурированные проблемы. Отличительные особенности плохо структурированных проблем. Примеры плохо структурированных проблем. Подходы к решению плохо структурированных проблем.

## **Тема 2. Основные положения системного анализа.**

Понятие системы. Свойства системы. Классификация систем. Структура системы. Системность. Системный анализ. Основные принципы системного анализа. Основные процедуры системного анализа. Особенности задач, решаемых с использованием системного анализа. Системный анализ как способ решения плохо структурированных проблем. Основные области применения системного анализа.

## **Тема 3. Основные этапы системного анализа.**

Основные этапы системного анализа. Фиксация проблемы. Целеполагание. Структурирование целей. Основные проблемы при формировании целей. Критерии. Принципы выбора критериев. Ограничения. Разработка модели системы. Понятие и свойства модели. Классификация моделей. Моделирование. Основные этапы моделирования системы. Генерирование альтернатив. Основные методы генерации альтернатив. Оптимизация параметров. Выбор. Реализация улучшающего вмешательства. Возможные проблемы при реализации улучшающего вмешательства.

## **Тема 4. Принятие решений.**

Постановка задачи принятия решений. Многообразие задач выбора. Выбор в условиях определенности. Проблемы индивидуального выбора. Критериальный выбор. Выбор в случае скалярного критерия. Выбор в случае векторного критерия. Сведение векторного критерия к скалярному. Построение паретова множества. Выбор среди равнозначных альтернатив. Проблемы коллективного выбора. Механизмы коллективного принятия решений. Выбор в условиях неопределенности. Применение методов теории игр к принятию решений.

## **Тема 5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.**

Понятие сложной системы. Структура и свойства сложной системы. Особенности моделирования сложных систем. Имитационное моделирование. Технология разработки и исследования имитационных моделей. Особенности управления сложными системами. Уровни иерархии. Типовые уровни иерархии при управлении техническими системами. Распределенные системы управления. Децентрализованное управление.

## **Тема 6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.**

Понятие и свойства интеллектуального агента. Виды интеллектуальных агентов. Функциональная структура интеллектуального агента. Параметрическое описание и ситуационная модель интеллектуального агента. Мультиагентная система. Стратегии поведения и взаимодействия интеллектуальных агентов. Архитектура мультиагентной системы. Основные классы архитектур мультиагентных систем. Области применения мультиагентных систем.

## **Тема 7. Мультиагентный подход к решению задач управления.**

Использование мультиагентных систем в задачах управления. Структура мультиагентной системы управления. Процессы взаимодействия агентов. Ситуационная стратегия взаимодействия агентов. Интеллектуальные стратегии поведения агентов. Кооперативные ситуационные стратегии агентов. Рефлексивные стратегии агентов. Примеры мультиагентных

систем. Обзор программных средств имитационного моделирования агентов и мультиагентных систем.

## **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 №14-55-99бин/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

## **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 и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования 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 библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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

Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru>

Институт проблем управления сложными системами РАН - <http://www.iccs.ru>

Институт системного анализа РАН - <http://www.isa.ru>

Научная электронная библиотека - <http://elibrary.ru>

Научно-производственная компания "Разумные решения" - <http://smartsolutions-123.ru>

Общероссийский математический портал - <http://www.mathnet.ru>

Официальная справочная документация по системе Matlab - <http://www.mathworks.com/help/>

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

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	<p>Во время лекционных занятий студенту рекомендуется вести краткий конспект, фиксируя основные теоретические положения изучаемых разделов дисциплины. В качестве источников получения теоретических и справочных сведений лекции можно рассматривать как первичный, однако не единственный источник. Помимо лекций студент должен активно и самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".
лабораторные работы	<p>Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Ознакомление с заданием.</li> <li>2) Изучение необходимого теоретического материала.</li> <li>3) Изучение примеров выполнения задания.</li> <li>4) Разработка алгоритма решения поставленной задачи.</li> <li>5) Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения).</li> </ol> <p>Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. В процессе ответа студент должен продемонстрировать понимание сущности выполненных им действий и должен быть в состоянии описать практическую значимость полученных результатов.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа по дисциплине заключается в следующем: доработка лабораторных работ, изучение теоретического материала на основе изучения конспектов лекций и рекомендованных учебников и учебных пособий, подготовка экзамену. При работе с литературой следует в первую очередь обращаться к основной литературе по дисциплине, причем работа с литературными источниками и источниками сети Интернет должна проводиться систематически, в процессе этой работы студент должен стараться получить полное представление об интересующих его вопросах, особенно, если возникли трудности в понимании какой-то темы.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>



Вид работ	Методические рекомендации
отчет	<p>Обучающийся пишет отчёт, в котором отражает выполнение им, в соответствии с полученным заданием, определённых видов работ, нацеленных на формирование профессиональных умений и навыков.</p> <p>Оцениваются достигнутые результаты, проявленные знания, умения и навыки, а также соответствие отчёта предъявляемым требованиям.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
устный опрос	<p>После изучения каждого раздела дисциплины проводится устный опрос. Для подготовки к опросу студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, в случае необходимости обращаясь к рекомендованной по дисциплине литературе; выполнить все лабораторные работы по каждой теме.</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
тестирование	<p>При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) готовясь к тестированию, проработать весь имеющийся материал по дисциплине;</li> <li>2) проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы, при подготовке к тестированию использовать указанную в п.7 настоящей программы основную и дополнительную литературу;</li> <li>3) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильный (или правильные, если такое допускается условиями);</li> <li>4) в процессе написания теста контролировать оставшееся время, не тратить слишком много времени на вопрос, ответ на который не получается вспомнить или получить из имеющихся данных;</li> <li>5) после ответа на все вопросы тщательно перепроверить полученный результат во избежание механических ошибок.</li> </ol> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams" и/или в Виртуальной аудитории ИАС КФУ. Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	<p>вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
<p>курсовая работа по дисциплине</p>	<p>Для успешного написания курсовой работы студент должен успешно освоить соответствующий теоретический материал и выполнить лабораторные работы. Помимо этого студенту нужно активно самостоятельно работать с литературными источниками, источниками в сети Интернет по данной дисциплине. К защите курсовой работы должен быть представлен распечатанный отчет, включая приложения, подписанный отзыв внешнего рецензента на курсовую работу, компакт-диск с записанными на него электронной версией отчета, проектом разработанного приложения, математическими цифровыми моделями и т.п. Отчет по курсовой работе должен состоять из следующих частей: титульный лист; содержание; введение; основная часть, включающая 1-3 нумерованных раздела (главы); заключение; список использованных источников; приложения (если есть).</p> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".</p>
<p>экзамен</p>	<p>При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ. В случае возникновения трудностей в понимании какой-либо темы следует обратиться к литературе по тематике дисциплины, рекомендованной преподавателем. В каждом билете на экзамене содержатся два вопроса. Для успешного ответа на экзамене студент должен:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) корректно и в достаточном объеме осветить данные теоретические вопросы;</li> <li>2) продемонстрировать знания как лекционного материала, так и материала из литературных источников;</li> <li>3) корректно ответить на вопросы, задаваемые в ходе устного опроса по тематике полученных вопросов;</li> <li>4) свободно ориентироваться в терминологии тех тем (разделов) дисциплины, к которым принадлежат полученные теоретические вопросы.</li> </ol> <p>В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах: в команде "Microsoft Teams". Все необходимые учебно-методические материалы, учебники, учебные пособия, обучающие видеоролики размещаются на вкладке Файлы канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams". Консультации проводятся в режиме видеособрания в соответствии с расписанием консультаций, согласованных с руководителем курсовой работы. Задания для обучающихся</p>

Вид работ	Методические рекомендации
	размещаются на вкладке Задания канала Общий в соответствующей команде "Microsoft Teams".

#### **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 и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории – помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации укомплектованные специальной мебелью и оборудованием.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **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 01.03.02 "Прикладная математика и информатика"

Приложение №1  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Системный анализ и управление сложными системами

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем

**Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**  
Системный анализ и управление сложными системами

Направление подготовки/специальность: 01.03.02 – Прикладная математика и информатика  
Направленность (профиль) подготовки: отсутствует  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очная  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)
2. Критерии оценивания сформированности компетенций
3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию
4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания
  - 4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
    - 4.1.1. *Лабораторные работы*
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.1.1.2. Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.1. *Отчет по лабораторным работам*
      - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.1.2. Критерии оценивания
      - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.3. *Устный опрос*
      - 4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.3.2. Критерии оценивания
      - 4.1.3.3. Содержание оценочного средства
    - 4.1.4. *Курсовая работа*
      - 4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания
      - 4.1.4.2. Критерии оценивания
      - 4.1.4.3. Содержание оценочного средства
  - 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
    - 4.2.1. *Экзамен. Устный/письменный ответ на контрольные вопросы*
      - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.
      - 4.2.1.2. Критерии оценивания.
      - 4.2.1.3. Оценочные средства

**1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**

Код и наименование компетенции	Проверяемые результаты обучения для данной дисциплины	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
<p>ОК-7 – Способность к самоорганизации и самообразованию</p>	<p>Знать основные понятия и принципы системного анализа, основные методы принятия решений. Уметь использовать методы системного анализа для решения прикладных проблем. Владеть навыками применения методов системного анализа для решения прикладных проблем.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> <b>1. Устный опрос по темам:</b> 1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов. 2. Основные положения системного анализа. 3. Основные этапы системного анализа. 4. Принятие решений. 5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами. 6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии. 7. Мультиагентный подход к решению задач управления. <b>2. Курсовая работа по дисциплине по темам:</b> 1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов. 2. Основные положения системного анализа. 3. Основные этапы системного анализа. 4. Принятие решений. 5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами. 6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии. 7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> Экзамен (контрольные вопросы).</p>
<p>ПК-1 – Способность собирать, обрабатывать и</p>	<p>Знать основные подходы к решению хорошо структурированных, плохо структурированных и неструктурированных проблем.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> <b>1. Лабораторные работы по темам:</b></p>

<p>интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>Уметь сводить прикладные проблемы к задачам оптимизации и выбирать методы их решения, осуществлять принятие решений при наличии и отсутствии неопределенности. Владеть навыками сведения прикладных проблем к задачам условной или безусловной оптимизации, навыками использования современных программных продуктов для решения задач оптимизации.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</li> <li>2. Основные положения системного анализа.</li> <li>3. Основные этапы системного анализа.</li> <li>4. Принятие решений.</li> <li>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</li> <li>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</li> <li>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</li> </ol> <p><b>2. Отчет по лабораторным работам по темам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</li> <li>2. Основные положения системного анализа.</li> <li>3. Основные этапы системного анализа.</li> <li>4. Принятие решений.</li> <li>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</li> <li>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</li> <li>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</li> </ol> <p><b>3. Устный опрос по темам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</li> <li>2. Основные положения системного анализа.</li> <li>3. Основные этапы системного анализа.</li> <li>4. Принятие решений.</li> <li>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</li> <li>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</li> <li>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</li> </ol>
--	--	---



		<p><b>4. Курсовая работа по дисциплине по темам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</li> <li>2. Основные положения системного анализа.</li> <li>3. Основные этапы системного анализа.</li> <li>4. Принятие решений.</li> <li>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</li> <li>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</li> <li>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</li> </ol> <p><b>Промежуточная аттестация:</b>          Экзамен (контрольные вопросы).</p>
<p>ПК-9 – Способен составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы</p>	<p>Знать основные подходы к моделированию и управлению сложными системами, основные принципы построения и использования мультиагентных систем.          Уметь создавать модели сложных систем различной природы, определять структуру и правила функционирования мультиагентной системы.          Владеть навыками применения методов принятия решений, навыками решения практических задач с использованием мультиагентных технологий.</p>	<p><b>Текущий контроль:</b></p> <p><b>1. Лабораторные работы по темам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</li> <li>2. Основные положения системного анализа.</li> <li>3. Основные этапы системного анализа.</li> <li>4. Принятие решений.</li> <li>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</li> <li>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</li> <li>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</li> </ol> <p><b>2. Отчет по лабораторным работам по темам:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</li> <li>2. Основные положения системного анализа.</li> <li>3. Основные этапы системного анализа.</li> <li>4. Принятие решений.</li> </ol>

		<p>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</p> <p>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</p> <p>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</p> <p><b>3. Курсовая работа по дисциплине по темам:</b></p> <p>1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.</p> <p>2. Основные положения системного анализа.</p> <p>3. Основные этапы системного анализа.</p> <p>4. Принятие решений.</p> <p>5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.</p> <p>6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.</p> <p>7. Мультиагентный подход к решению задач управления.</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b>  Экзамен (контрольные вопросы).</p>
--	--	---

## 2. Критерии оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (0-55 баллов)
ОК-7	Знает основные понятия и принципы системного анализа, основные методы принятия решений с использованием методов самоорганизации и самообразования.	Знает базовые понятия и принципы системного анализа, основные методы принятия решений с использованием методов самоорганизации и самообразования	Перечисляет базовые понятия и принципы системного анализа, основные методы принятия решений с использованием методов самоорганизации и самообразования	Не знает основные понятия и принципы системного анализа, основные методы принятия решений.
	Умеет использовать методы системного анализа для решения прикладных проблем с использованием методов самоорганизации и самообразования.	Умеет использовать методы системного анализа для решения прикладных проблем с использованием методов самоорганизации и самообразования при решении типовых задач.	Умеет использовать методы системного анализа для решения прикладных проблем с использованием методов самоорганизации и самообразования, допуская ошибки.	Не умеет использовать методы системного анализа для решения прикладных проблем.
	Владеет навыками применения методов системного анализа для решения прикладных проблем с использованием методов самоорганизации и самообразования.	Владеет навыками применения методов системного анализа для решения прикладных проблем с использованием методов самоорганизации и самообразования при решении типовых задач.	Владеет навыками применения методов системного анализа для решения прикладных проблем с использованием методов самоорганизации и самообразования только под контролем преподавателя.	Не владеет навыками применения методов системного анализа для решения прикладных проблем.
ПК-1	Знает основные подходы к решению хорошо структурированных, плохо структурированных и неструктурированных проблем для формирования выводов по соответствующим	Знает базовые подходы к решению хорошо структурированных, плохо структурированных и неструктурированных проблем для формирования выводов по соответствующим	Перечисляет базовые подходы к решению хорошо структурированных, плохо структурированных и неструктурированных проблем для формирования выводов по соответствующим	Не знает подходы к решению хорошо структурированных, плохо структурированных и неструктурированных проблем.

	научным исследованиям.	научным исследованиям.	научным исследованиям.	
	Умеет сводить прикладные проблемы к задачам оптимизации и выбирать методы их решения, осуществлять принятие решений при наличии и отсутствии неопределенности для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Умеет сводить прикладные проблемы к задачам оптимизации и выбирать методы их решения, осуществлять принятие решений при наличии и отсутствии неопределенности для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям при решении типовых задач.	Умеет сводить прикладные проблемы к задачам оптимизации и выбирать методы их решения, осуществлять принятие решений при наличии и отсутствии неопределенности для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям, допуская ошибки.	Не умеет сводить прикладные проблемы к задачам оптимизации и выбирать методы их решения, осуществлять принятие решений при наличии и отсутствии неопределенности .
	Владеет навыками сведения прикладных проблем к задачам условной или безусловной оптимизации, навыками использования современных программных продуктов для решения задач оптимизации с целью формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Владеет навыками сведения прикладных проблем к задачам условной или безусловной оптимизации, навыками использования современных программных продуктов для решения задач оптимизации с целью формирования выводов по соответствующим научным исследованиям при решении типовых задач.	Владеет навыками сведения прикладных проблем к задачам условной или безусловной оптимизации, навыками использования современных программных продуктов для решения задач оптимизации с целью формирования выводов по соответствующим научным исследованиям только под контролем преподавателя.	Не владеет навыками сведения прикладных проблем к задачам условной или безусловной оптимизации, навыками использования современных программных продуктов для решения задач оптимизации.
ПК-9	Знает основные подходы к моделированию и управлению сложными системами, основные принципы построения и использования мультиагентных систем и способы	Знает базовые подходы к моделированию и управлению сложными системами, основные принципы построения и использования мультиагентных систем и способы	Перечисляет базовые подходы к моделированию и управлению сложными системами, основные принципы построения и использования мультиагентных систем и способы	Не знает подходы к моделированию и управлению сложными системами, основные принципы построения и использования мультиагентных систем.

	оценки результатов их применения.	оценки результатов их применения.	оценки результатов их применения.	
	Умеет создавать модели сложных систем различной природы, определять структуру и правила функционирования мультиагентной системы и оценивать результаты их применения.	Умеет создавать модели сложных систем различной природы, определять структуру и правила функционирования мультиагентной системы и оценивать результаты их применения при решении типовых задач.	Умеет создавать модели сложных систем различной природы, определять структуру и правила функционирования мультиагентной системы и оценивать результаты их применения, допуская ошибки.	Не умеет создавать модели сложных систем различной природы, определять структуру и правила функционирования мультиагентной системы.
	Владеет навыками применения методов принятия решений, навыками решения практических задач с использованием мультиагентных технологий и оценки результатов их применения.	Владеет навыками применения методов принятия решений, навыками решения практических задач с использованием мультиагентных технологий и оценки результатов их применения при решении типовых задач.	Владеет навыками применения методов принятия решений, навыками решения практических задач с использованием мультиагентных технологий и оценки результатов их применения только под контролем преподавателя.	Не владеет навыками применения методов принятия решений, навыками решения практических задач с использованием мультиагентных технологий.

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

5 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-1, ПК-9) – 15 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-1, ПК-9) – 10 баллов

Устный опрос (ОК-7, ПК-1) – 10 баллов

Курсовая работа (ОК-7, ПК-1, ПК-9) – 15 баллов

Итого  $15+10+10+15 = 50$  баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть, как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут. Общее количество вопросов – 32.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого  $25+25 = 50$  баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

**Для экзамена:**

86-100 – отлично;

71-85 – хорошо;

56-70 – удовлетворительно;

0-55 – неудовлетворительно.

6 семестр:

Текущий контроль:

Лабораторные работы (ПК-1, ПК-9) – 30 баллов

Отчет по лабораторным работам (ПК-1, ПК-9) – 10 баллов

Устный опрос (ОК-7, ПК-1) – 10 баллов

Итого  $30+10+10 = 50$  баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут. Общее количество вопросов – 30.

Контрольные вопросы – 50 баллов, по 25 баллов за ответ на каждый вопрос

Итого  $25+25 = 50$  баллов

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

**Для экзамена:**

86-100 – отлично;

71-85 – хорошо;

56-70 – удовлетворительно;

0-55 – неудовлетворительно.

## **4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания**

### **4.1. Оценочные средства текущего контроля**

#### **4.1.1. Лабораторные работы**

##### **4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Лабораторные работы выполняются по следующим темам:

1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.
2. Основные положения системного анализа.
3. Основные этапы системного анализа.
4. Принятие решений.
5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.
6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.
7. Мультиагентный подход к решению задач управления.

Работа на лабораторных занятиях предполагает выполнение типового задания с последующей подготовкой отчета о проделанной работе.

Рекомендуемая схема выполнения заданий к лабораторной работе по данной дисциплине включает следующие этапы:

- Ознакомление с заданием.
- Изучение необходимого теоретического материала.
- Изучение примеров выполнения задания.
- Разработать алгоритм решения поставленной задачи.
- Выполнение задания в соответствии с разработанным алгоритмом (реализация решения).

Защита лабораторной работы заключается в проверке преподавателем задания согласно определенному варианту. В ходе защиты преподаватель задает студенту вопросы, касающиеся технологии выполнения задания, а также соответствующего лекционного материала. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

##### **4.1.1.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания лабораторных работ:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено полностью и без ошибок, обучающийся способен объяснить методы и алгоритмы, использованные при решении задачи.

- 2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено полностью с незначительными ошибками, обучающийся способен описать алгоритм решения задачи.

- 3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено более чем наполовину, в решении присутствуют серьезные ошибки, обучающийся способен описать порядок своих действий при решении задачи.

- 4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание выполнено фрагментарно или не выполнено вообще, обучающийся не способен объяснить смысл своих действий при выполнении работы.

##### **4.1.1.3. Содержание оценочного средства**

Темы лабораторных работ 5 семестр:

Лабораторная работа 1. Предварительные этапы системного анализа.

Задание 1. Фиксация проблемы.

Задание 2. Формирование дерева целей.

Задание 3. Выбор критериев и формирование системы ограничений.

Лабораторная работа 2. Математическое моделирование системы.

Задание 1. Разработка математической модели.

Задание 2. Разработка компьютерной модели.

Задание 3. Исследование разработанной модели.

Лабораторная работа 3. Генерирование альтернатив.

Задание 1. Метод мозгового штурма.

Задание 2. Морфологический анализ.

Задание 3. Идеализированное проектирование.

Лабораторная работа 4. Практическое применение методов оптимизации.

Задание 1. Сведение практической проблемы к задаче оптимизации.

Задание 2. Решение задачи оптимизации при отсутствии ограничений.

Задание 3. Решение задачи оптимизации при наличии ограничений.

Лабораторная работа 5. Практическое применение методов принятия решений.

Задание 1. Индивидуальный критериальный выбор.

Задание 2. Групповой критериальный выбор.

Задание 3. Построение паретова множества и выбор среди равнозначных альтернатив.

Темы лабораторных работ 6 семестр:

Лабораторная работа 1. Создание имитационной модели сложной системы.

Задание 1. Изучение сложной системы, определение ее структуры и принципов функционирования.

Задание 2. Разработка имитационной модели системы с использованием ЭВМ.

Задание 3. Исследование имитационной модели сложной системы.

Лабораторная работа 2. Использование мультиагентной технологии при решении задач оптимизации.

Задание 1. Разработка алгоритма решения оптимизационной задачи с использованием мультиагентной технологии.

Задание 2. Разработка компьютерной программы для решения оптимизационной задачи с использованием мультиагентных технологий.

Задание 3. Исследование свойств получаемого решения и сравнение его с характеристиками классических методов оптимизации.

Лабораторная работа 3. Разработка мультиагентной системы управления.

Задание 1. Изучение структуры сложной системы, составление модели.

Задание 2. Разработка структуры и алгоритмов управления сложной системой с использованием мультиагентного подхода.

Задание 3. Программная реализация разработанной системы управления.

Задание 4. Определение характеристик полученной системы управления.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы:

1. В чем состоит цель работы?

2. Какие задачи нужно решить в процессе выполнения работы?

3. Опишите методику выполнения работы.

4. Запишите основные расчетные соотношения, используемые в работе.

5. Какое программное и аппаратное обеспечение используется при выполнении работы?

6. Кратко опишите процесс выполнения работы.

7. Опишите основные результаты, полученные в процессе выполнения работы.



8. Соответствуют ли полученные результаты известным теоретическим положениям?
9. Какие выводы можно сделать по результатам выполнения работы?
10. При решении каких практических задач могут быть использованы получаемые результаты?

#### **4.1.1. Отчет по лабораторным работам**

##### **4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Отчеты оформляются по следующим темам:

1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.
2. Основные положения системного анализа.
3. Основные этапы системного анализа.
4. Принятие решений.
5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.
6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.
7. Мультиагентный подход к решению задач управления.

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет.

Подготовка отчета по лабораторной работе предполагает осмысление, структурирование и систематизацию результатов, полученных в процессе выполнения лабораторной работы. Кроме того, подготовка отчетов по лабораторным работам направлена на формирование у студентов навыков структурированного, грамотного и последовательного изложения материала по заданной тематике в письменной форме, а также навыков оформления отчетной документации в соответствии с установленными требованиями.

В процессе сдачи отчета по лабораторной работе преподаватель может задавать студенту уточняющие вопросы, касающиеся содержания или оформления отчета. Неспособность студента грамотно ответить на поставленные вопросы является поводом для преподавателя усомниться в авторстве работы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams»;
- в Виртуальной аудитории.

##### **4.1.1.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания отчета:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. В отчете присутствуют все требуемые разделы в достаточном объеме. Материал изложен подробно, точно и структурированно. Используются надлежащие источники информации в нужном количестве. Оформление отчета полностью соответствует установленным требованиям. В процессе сдачи отчета студентом даны полные развернутые ответы на все вопросы.

- 2) 71-85% от максимального числа баллов

Задание выполнено правильно. В отчете присутствуют все требуемые разделы. Материал изложен точно и структурированно. Используются надлежащие источники информации. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, однако имеются некоторые погрешности. В процессе сдачи отчета студентом даны правильные ответы на все вопросы.

- 3) 56-70% от максимального числа баллов

Задание выполнено в целом правильно, однако имеются некоторые ошибки. В отчете присутствуют все требуемые разделы. Материал отчета соответствует содержанию работы. Указаны источники информации. Оформление отчета в целом соответствует установленным требованиям, однако имеются существенные погрешности. В процессе сдачи отчета студентом даны правильные ответы на некоторые вопросы.

- 4) 0-55% от максимального числа баллов

Задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками. Содержание и оформление отчета не соответствует содержанию работы и установленным требованиям. В процессе сдачи отчета студент не может ответить на вопросы или дает неправильные ответы.

#### **4.1.1.3. Содержание оценочного средства**

Темы лабораторных работ 5 семестр:

Лабораторная работа 1. Предварительные этапы системного анализа.

Задание 1. Фиксация проблемы.

Задание 2. Формирование дерева целей.

Задание 3. Выбор критериев и формирование системы ограничений.

Лабораторная работа 2. Математическое моделирование системы.

Задание 1. Разработка математической модели.

Задание 2. Разработка компьютерной модели.

Задание 3. Исследование разработанной модели.

Лабораторная работа 3. Генерирование альтернатив.

Задание 1. Метод мозгового штурма.

Задание 2. Морфологический анализ.

Задание 3. Идеализированное проектирование.

Лабораторная работа 4. Практическое применение методов оптимизации.

Задание 1. Сведение практической проблемы к задаче оптимизации.

Задание 2. Решение задачи оптимизации при отсутствии ограничений.

Задание 3. Решение задачи оптимизации при наличии ограничений.

Лабораторная работа 5. Практическое применение методов принятия решений.

Задание 1. Индивидуальный критериальный выбор.

Задание 2. Групповой критериальный выбор.

Задание 3. Построение паретова множества и выбор среди равнозначных альтернатив.

Темы лабораторных работ 6 семестр:

Лабораторная работа 1. Создание имитационной модели сложной системы.

Задание 1. Изучение сложной системы, определение ее структуры и принципов функционирования.

Задание 2. Разработка имитационной модели системы с использованием ЭВМ.

Задание 3. Исследование имитационной модели сложной системы.

Лабораторная работа 2. Использование мультиагентной технологии при решении задач оптимизации.

Задание 1. Разработка алгоритма решения оптимизационной задачи с использованием мультиагентной технологии.

Задание 2. Разработка компьютерной программы для решения оптимизационной задачи с использованием мультиагентных технологий.

Задание 3. Исследование свойств получаемого решения и сравнение его с характеристиками классических методов оптимизации.

Лабораторная работа 3. Разработка мультиагентной системы управления.

Задание 1. Изучение структуры сложной системы, составление модели.

Задание 2. Разработка структуры и алгоритмов управления сложной системой с использованием мультиагентного подхода.

Задание 3. Программная реализация разработанной системы управления.

#### Задание 4. Определение характеристик полученной системы управления.

По каждой лабораторной работе студент готовит отчет. Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать:

- 1) титульный лист;
- 2) цель выполняемой работы;
- 3) задания;
- 4) краткие теоретические сведения;
- 5) исходные данные;
- 6) полученные на каждом этапе работы результаты;
- 7) примеры работы программы, результаты тестирования программы (при наличии);
- 8) выводы по каждому выполненному заданию.

Следует иметь в виду, что неправильное оформление отчета может привести к снижению итоговой оценки. Отчет должен быть подготовлен на персональном компьютере в MS Word на стандартном листе формата А4 (210x297 мм). Рекомендуемый шрифт – Times New Roman, межстрочный интервал полуторный, 14 кегль, в таблицах - 12, в подстрочных сносках - 10. На титульном листе надписи: «отчет по лабораторной работе № ..... название работы» печатаются 18 шрифтом. Подчеркивание слов и выделение их курсивом не допускается. Поля сверху, снизу по 20 мм, справа - 20 мм, слева - 30 мм, отступ первой строки абзаца - 1,25, выравнивание по ширине. Отчет включает титульный лист, оглавление, введение, основную часть, список использованных источников. Титульный лист заполняется по единому образцу. В оглавлении, следующим за титульным листом, перечисляются разделы отчета с указанием номеров страниц. Названия разделов (заголовки) выделяются полужирным шрифтом, и выравниваются по центру. В конце заголовка точка не ставится. Размер заголовка - 16 пт, подзаголовок - 14 пт. Каждый раздел начинается с новой страницы. Расстояние между заголовком и последующим текстом отделяют двумя полуторными межстрочными интервалами (одной пустой строкой). Страницы отчета должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами по всему тексту. Номер страницы проставляют в центре нижнего поля страницы без точки в конце. Первой страницей письменной работы является титульный лист. Он не нумеруется. Размер шрифта, используемого для нумерации должен быть меньше, чем у основного текста. В работе второй страницей является - оглавление.

#### **4.1.3. Устный опрос**

##### **4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Устный опрос проводится по следующим темам:

1. Классификация реальных проблем. Способы решения проблем различных классов.
2. Основные положения системного анализа.
3. Основные этапы системного анализа.
4. Принятие решений.
5. Сложная система. Особенности моделирования и управления сложными системами.
6. Принцип мультиагентности. Мультиагентные технологии.
7. Мультиагентный подход к решению задач управления.

Устный опрос проводится во время аудиторной работы. Обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя, участвуют в дискуссии. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams».

##### **4.1.3.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания ответов при устном опросе:

- 1) 86-100% от максимального числа баллов
  - знает весь теоретический материал по рассматриваемому вопросу, предусмотренный учебной программой;
  - может дать подробное описание и провести сравнительный анализ различных подходов к решению рассматриваемой задачи;
  - корректно использует понятийный аппарат;
  - высказывает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу и может ее аргументированно обосновать.
- 2) 71-85% от максимального числа баллов
  - основные теоретические положения по рассматриваемому вопросу;
  - может описать различные подходы к решению рассматриваемой задачи;
  - корректно использует понятийный аппарат;
  - высказывает свою точку зрения.
- 3) 56-70% от максимального числа баллов
  - имеет общее представление о предмете обсуждения, способах решения рассматриваемой задачи;
  - допускает ошибки при использовании понятийного аппарата;
  - высказывает свои мысли сумбурно, ответ слабо структурирован.
- 4) 0-55% от максимального числа баллов
  - не владеет теоретическим материалом;
  - не владеет понятийным аппаратом;
  - не способен внятно сформулировать свои мысли.

#### **4.1.3.3. Содержание оценочного средства**

Примерные вопросы 5 семестр:

1. Приведите пример хорошо формализованной проблемы.
2. Приведите пример неформализованной проблемы.
3. Приведите пример плохо формализованной проблемы.
4. Дайте определение системы, системности.
5. Перечислите основные положения системного анализа.
6. Перечислите основные этапы системного анализа.
7. Приведите пример проблемной ситуации, качество решения которой может быть оценено скалярным критерием.
8. Приведите пример проблемной ситуации, качество решения которой может быть оценено векторным критерием.
9. Приведите пример модели, математической модели.
10. Каким образом можно оценить адекватность модели? Приведите примеры адекватной и неадекватной модели.
  11. Приведите примеры методов генерации альтернатив.
  12. Приведите примеры ситуаций с индивидуальным выбором.
  13. Приведите примеры ситуаций с групповым выбором.
  14. Приведите пример множества равнозначных альтернатив при решении практической задачи.
  15. Приведите примеры успешного применения методов системного анализа к решению практических задач.

Примерные вопросы 6 семестр:

1. Приведите пример сложной системы. Объясните, почему эту систему можно считать сложной?
2. Приведите примеры проблем, возникающих при исследовании сложной системы.
3. Приведите примеры проблем, возникающих при управлении какой-либо сложной системой.

4. Приведите пример иерархической структуры системы управления. В чем заключаются особенности каждого из уровней иерархии?
5. Приведите пример децентрализованной системы управления. Чем обусловлена необходимость децентрализации?
6. Приведите примеры оптимизационных задач, для решения которых может быть использован мультиагентный подход.
7. Дайте сравнительную характеристику мультиагентного подхода и классических методов оптимизации.
8. Приведите пример системы управления, в которой может быть реализован мультиагентный подход.
9. Приведите пример мультиагентной системы управления технической системой. Опишите ее структуру типы используемых агентов.
10. Дайте краткую характеристику программных средств, используемых для создания и исследования мультиагентных систем.

#### **4.1.4. Курсовая работа**

##### **4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания**

Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.

В случае применения в образовательном процессе дистанционных образовательных технологий обучающиеся выполняют задания на следующих платформах и ресурсах:

- в команде «Microsoft Teams»;
- в Виртуальной аудитории.

##### **4.1.4.2. Критерии оценивания**

Механизм оценивания курсовой работы:

###### **Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:**

Студент регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение всем материалом по теме работы, высокий уровень самостоятельности. Студент способен самостоятельно составлять и контролировать план выполняемой работы. При подготовке элементов отчета использует надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны полные ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

###### **Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:**

Студент регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, не всегда своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение основным материалом по теме работы, способность работать самостоятельно. Студент способен самостоятельно составлять план выполняемой работы, не всегда учитывая необходимые для выполнения работы ресурсы. При подготовке элементов отчета использованы надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны полные ответы на большую часть вопросов по теме курсовой работы.

###### **Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если:**

Студент не регулярно посещает консультации руководителя курсовой работы, не всегда своевременно предоставляет все элементы отчета о работе. Демонстрирует владение базовым материалом по теме работы. При подготовке элементов отчета использованные источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Студент способен составлять и следовать плану выполняемой работы только под строгим контролем руководителя, не всегда может оценить результаты собственной работы. Оформление частично соответствует требованиям. В ходе защиты студентом даны полные ответы не на все вопросы по теме курсовой работы.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если:**

Студент не посещает консультации руководителя курсовой работы, не предоставляет элементы отчета о работе. Студент не владеет материалом по теме работы. Использованные источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Студент не способен составлять и следовать плану выполняемой работы даже под строгим контролем руководителя. Оформление не соответствует требованиям. В ходе защиты студентом не даны ответы на все вопросы по теме курсовой работы.

**4.1.4.3. Содержание оценочного средства**

Примерные темы курсовых работ в 5 семестре:

1. Совершенствование алгоритмов функционирования системы круиз-контроля.
2. Совершенствование алгоритмов функционирования системы адаптивного круиз-контроля.
3. Совершенствование алгоритмов планирования маршрута движения автомобильного транспорта.
4. Совершенствование алгоритмов функционирования системы самодиагностики транспортного средства.
5. Совершенствование алгоритмов управления подвеской многоосного транспортного средства.
6. Совершенствование алгоритмов автоматизированного выбора режимов движения автомобиля.
7. Совершенствование алгоритмов построения оптимальной траектории движения транспортного средства при наличии ограничений.
8. Совершенствование алгоритмов управления режимами движения седельного автопоезда.
9. Совершенствование алгоритмов и систем вибрационной защиты водителя.
10. Совершенствование алгоритмов управления дизельным двигателем.
11. Совершенствование производственного процесса.
12. Совершенствование деятельности предприятия.
13. Совершенствование работы торговой сети.
14. Совершенствование банковской системы.
15. Совершенствование системы здравоохранения.
16. Совершенствование системы образования.
17. Совершенствование транспортной системы на уровне города.
18. Совершенствование транспортной системы на уровне региона.
19. Совершенствование системы социального обеспечения.
20. Совершенствование сложной технической системы.

**4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

**4.2.1. Экзамен. Устный/письменный ответ на контрольные вопросы**

**4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Форма сдачи экзамена вариативна и может быть как устной, так и письменной. Экзамен проводится по билетам, в каждом билете по 2 вопроса; время, отведенное на ответы – 1 час 30 минут.

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

##### **Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, при ответе использовал примеры практического применения рассматриваемого теоретического материала, ответил на все дополнительные вопросы, ответ четкий и хорошо структурированный, освоен понятийный аппарат.

##### **Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся дал полный ответ на все вопросы, однако испытывал затруднение с приведением практических примеров применения рассматриваемого теоретического материала, ответил не на все дополнительные вопросы, ответ структурирован, освоен понятийный аппарат.

##### **Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся раскрыл вопросы лишь частично, не смог привести практические примеры применения рассматриваемого теоретического материала, частично ответил на некоторые из дополнительных вопросов, допускает несущественные ошибки при использовании понятийного аппарата.

##### **Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если:**

Обучающийся не ответил на вопросы или же ответы не соответствовали заданным вопросам, не дал адекватного ответа на дополнительные вопросы, допускает грубые ошибки при использовании понятийного аппарата или не использует понятийный аппарат предметной области вообще.

#### **4.2.1.3. Оценочные средства**

Вопросы к экзамену в 5 семестре:

1. Проблема. Структурированность проблемы.
2. Хорошо структурированные проблемы. Отличительные особенности хорошо структурированных проблем.
3. Способы решения хорошо структурированных проблем.
4. Неструктурированные проблемы. Отличительные особенности неструктурированных проблем.
5. Способы решения неструктурированных проблем.
6. Плохо структурированные проблемы. Отличительные особенности плохо структурированных проблем.
7. Понятие системы.
8. Свойства системы.
9. Классификация систем.
10. Структура системы. Системность.
11. Системный анализ. Основные принципы системного анализа.
12. Основные процедуры системного анализа.
13. Особенности задач, решаемых с использованием системного анализа.
14. Основные области применения системного анализа.
15. Основные этапы системного анализа.
16. Фиксация проблемы.
17. Целеполагание. Структурирование целей. Основные проблемы при формировании целей.
18. Критерии. Принципы выбора критериев. Ограничения.
19. Разработка модели системы. Понятие и свойства модели. Классификация моделей.
20. Моделирование. Основные этапы моделирования системы.
21. Генерирование альтернатив. Основные методы генерации альтернатив.
22. Оптимизация параметров.
23. Выбор или принятие решения.
24. Реализация улучшающего вмешательства.

25. Возможные проблемы при реализации улучшающего вмешательства и способы их устранения.
26. Постановка задачи принятия решений. Многообразие задач выбора.
27. Критериальный выбор в случае скалярного критерия.
28. Критериальный выбор в случае векторного критерия.
29. Построение паретова множества. Выбор среди равнозначных альтернатив.
30. Коллективный выбор. Проблемы коллективного выбора.
31. Механизмы коллективного принятия решений.
32. Выбор в условиях неопределенности. Применение методов теории игр к принятию решений.

Вопросы к экзамену в 6 семестре:

1. Понятие сложной системы.
2. Свойства сложной системы.
3. Структура сложной системы.
4. Особенности сложной системы.
5. Имитационные моделирование.
6. Сравнительная характеристика имитационного и иных видов моделирования.
7. Иерархия. Уровни иерархии в сложных системах.
8. Структура и особенности распределенных систем управления.
9. Децентрализованное управление.
10. Структура и особенности децентрализованных систем.
11. Понятие и свойства интеллектуального агента.
12. Виды интеллектуальных агентов.
13. Функциональная структура интеллектуального агента.
14. Параметрическое описание интеллектуального агента.
15. Ситуационная модель интеллектуального агента.
16. Мультиагентная система.
17. Принципы функционирования интеллектуальных агентов.
18. Принципы взаимодействия интеллектуальных агентов.
19. Архитектура мультиагентной системы.
20. Основные классы архитектур мультиагентных систем.
21. Области применения мультиагентных систем.
22. Использование мультиагентного подхода к решению задач оптимизации.
23. Использование мультиагентных систем в задачах управления.
24. Структура мультиагентной системы управления.
25. Принципы функционирования мультиагентной системы управления.
26. Ситуационная стратегия взаимодействия агентов.
27. Интеллектуальные стратегии поведения агентов.
28. Кооперативные ситуационные стратегии агентов.
29. Рефлексивные стратегии агентов.
30. Программные средства имитационного моделирования агентов и мультиагентных систем.



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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Адлер Ю. П. Системное статистическое мышление: сложные системы и статистическое мышление : учебное пособие / Ю. П. Адлер. - Москва : МИСИС, 2017. - 88 с. - ISBN 978-5-906846-67-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/108071> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

2. Ивашкин Ю. А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 : учебное пособие / Ю. А. Ивашкин. - Москва : Лаборатория знаний, 2016. - 361 с. - ISBN 978-5-93208-216-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/84074> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

3. Кузнецов В. А. Системный анализ, оптимизация и принятие решений : учебник для студентов высших учебных заведений / В.А. Кузнецов, А.А. Черепяхин. - Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 256 с. - ISBN 978-5-906818-95-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/908528> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

4. Лесин В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 344 с. - ISBN 978-5-8114-1217-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/86017> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

5. Ржевский С. В. Исследование операций : учебное пособие / С. В. Ржевский. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-1480-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/32821> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

**Дополнительная литература:**

1. Трофимов В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: учебное пособие / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков. - 2-е изд., испр. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 256 с. : ил., табл. - ISBN 978-5-9729-0488-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167725> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

2. Антонов А. В. Системный анализ : учебник / А.В. Антонов. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 366 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011865-9. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062325> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

3. Горлач Б. А. Исследование операций : учебное пособие / Б. А. Горлач. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1430-7. - URL: <https://e.lanbook.com/book/4865> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

4. Девятков В. В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: монография / В.В. Девятков. - Москва : Вуз. учеб.: ИНФРА-М, 2013. - 448 с. - (Научная книга). - ISBN 978-5-9558-0338-8. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/427491> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

5. Каштанов В. А. Теория надежности сложных систем / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. - 2-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 608 с. - ISBN 978-5-9221-1132-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544728> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

6. Интеллектуальные роботы : учебное пособие / И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров, С. В. Манько. - Москва : Машиностроение, 2007. - 360 с. - ISBN 5-217-03339-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/769> (дата обращения: 28.08.2020).

7. Корилов А. М. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / А.М. Корилов, С.Н. Павлов. - Москва : ИНФРА-М, 2019. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005770-5. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/994445> (дата обращения: 28.08.2020). - Текст : электронный.

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

Направление подготовки: 01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: отсутствует

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

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

Mathworks Matlab R2014b

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань», доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.