

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра технической кибернетики

## **АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*«СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ»*

Уровень подготовки: высшее образование – подготовка магистров

Направление подготовки магистров  
12.04.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность подготовки  
Медико-биологические аппараты, системы и комплексы

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
очная

*Исполнитель: Хасанова Н.В.  
Заведующий кафедрой ЭиБТ: Жернаков С.В.*

Уфа 2015

## 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системный анализ» является дисциплиной базовой части блока Б1 по направлению подготовки магистров *12.04.04 Биотехнические системы и технологии*, программа подготовки «*Медико-биологические аппараты, системы и комплексы*».

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению магистров *12.04.04 Биотехнические системы и технологии*, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "21" ноября 2014 г. № 1497. Является неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

**Целью освоения дисциплины** является формирование профессиональных компетенций в области теоретических основ применения системного анализа и моделирования в решении сложных проблем, возникающих в различных сферах производственной деятельности, а также приобретение практических навыков по использованию подходов и методов системного анализа в решении сложных проблем, возникающих в процессе проектирования, эксплуатации сложных систем различной физической природы.

### Задачи:

- сформировать знания о методологии системного анализа сложных объектов различной физической природы;
- изучить общие принципы и закономерности управления процессами функционирования и развития сложных систем;
- сформировать знания о содержании задач управления, в том числе задач оптимизации, планирования, принятия решений, адаптации и других задач, возникающих в сложных управляемых системах различной физической природы;
- овладеть технологией системного анализа для структурирования проблем, формирования целей, критериев и показателей достижения целей;
- приобрести навыки проведения системного анализа и формирования структур систем управления сложными объектами различной физической природы.

Знания, необходимые для изучения дисциплины «Системный анализ», получены магистрантами ранее на первой ступени высшего образования и в первом семестре магистерской подготовки.

На пороговом уровне ряд компетенций был сформирован за счет обучения на предыдущих уровнях высшего образования (специалитет, бакалавриат).

### Входные компетенции:

| №  | Компетенция   | Код  | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции* | Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований, сформировавших данную компетенцию |
|----|---|------|---|---|
| 1. | способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности | ОК-4 | базовый уровень первого этапа освоения компетенции              | Философия   |

Вместе с тем, курс «Системный анализ» является основополагающим при прохождении преддипломной практики, а также составляет методологическую основу при написании

магистерской диссертации.

Исходящие компетенции:

| №  | Компетенция  | Код   | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции | Название дисциплины (модуля), практики, научных исследований для которых данная компетенция является формируемой |
|----|--|-------|--|--|
| 1. | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры | ОПК-2 | повышенный уровень, второй этап освоения компетенции           | Преддипломная практика   |

## 2. Перечень результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

Планируемые результаты обучения по дисциплине

| № | Формируемые компетенции  | Код   | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---|--|-------|--|---|--|
| 1 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры | ОПК-2 | основные методологические подходы исследования процессов функционирования объектов профессиональной деятельности – приборов, систем и комплексов медико-биологического и экологического назначения, методов и технологий выполнения медицинских, экологических и эргономических исследований, биотехнических систем и технологий; технологию проведения системного анализа сложных слабоформализуемых проблем, возникающих при исследовании, разработке, производстве и применении биотехнических систем и технологий, предназначенных для контроля и управления за состоянием живых систем, обеспечения их жизнедеятельности, поддержания оптимальных условий трудовой деятельности человека; теоретические основы построения методологии как способа достижения цели при решении системной проблемы; | применять основные методологические подходы к исследованию процессов функционирования сложных биотехнических систем и технологий; выполнять основные этапы системного анализа процессов функционирования биотехнических систем, предназначенных для контроля и управления за состоянием живых систем, обеспечения их жизнедеятельности, поддержания оптимальных условий трудовой деятельности человека; идентифицировать проблему и выявлять несоблюдение системных принципов функционирования сложных биотехнических систем при боростроения; формулировать задачи анализа, синтеза, оп- | методикой проведения элементарных системных исследований процессов функционирования и развития сложных приборов, систем и комплексов медико-биологического назначения; системными правилами выявления причин нарушения системных принципов функционирования биотехнических систем; правилами выбора структур систем управления для решения проблем управления биотехническими системами; правилами выбора класса моделей биотехнических систем |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  | <p>общие принципы и закономерности в построении, функционировании и развитии, управлении и моделировании процессов функционирования биотехнических систем и технологий;</p> <p>содержание задач управления, в том числе задач оптимизации, планирования, контроля, принятия решений, адаптации, идентификации, прогнозирования и развития сложных биотехнических систем;</p> <p>основные структуры систем управления сложными системами;</p> <p>основные классы моделей и методов управления сложных систем</p> | <p>тимизации, планирования, управления, адаптации, идентификации, контроля, прогнозирования и развития сложных систем;</p> <p>обосновывать выбор способов описания и формализации задач управления и принятия решений в биотехнических системах.</p> |  |
|--|--|---|--|--|

### 3. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

Трудоемкость дисциплины по видам работ

| Вид работы   | Трудоемкость, час.         |
|--|----------------------------|
|  | 2 семестр<br>72 часа /2 ЗЕ |
| Лекции (Л)   | 10                         |
| Практические занятия (ПЗ)  | 10                         |
| КСР  | 2                          |
| Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.) | 41                         |
| Подготовка и сдача зачета  | 9                          |
| Вид итогового контроля   | зачет                      |

### Содержание разделов и формы текущего контроля

| №  | Наименование и содержание раздела   | Количество часов  |    |     |     |       | Литература, рекомендуемая студентам*  | Виды интерактивных образовательных технологий**  |
|----|---|-------------------|----|-----|-----|-------|---|--|
|    |   | Аудиторная работа |    |     | СРС | Всего |   |  |
|    |   | Л                 | ПЗ | КСР |     |       |   |  |
| 1. | <p><b>Методология проведения системного анализа сложных проблем</b></p> <p>Роль системного подхода в научном познании и практической деятельности. Общая теория систем, системный анализ, системология, системотехника, кибернетика. Краткая схема проведения системных исследований.</p> <p>Основные подходы к исследованию: системный, структурный, функциональный, динамический, когнитивный, гомеостатический, синергетический, информационный и другие.</p> <p>Методология системообразования на основе триад. Понятие сложной системы. Понятие слабоформализуемой проблемы.</p> <p>Основные задачи, решаемые при проведении системного анализа исследуемой проблемы. Основные этапы процедуры системного анализа: формирование проблемы, выявление и декомпозиция целей и задач, анализ системных свойств проблемосодержащей системы, моделирование, генерирование альтернатив и выбор альтернативы.</p> <p>Сложность этапов формирования проблемы и цели исследования, их взаимосвязь. Связь между целями, функциями, задачами, алгоритмами. Понятие проблемно-предметной области.</p> <p>Понятие проблематики. Подходы к формированию структур целей. Процедура проведения системных исследований и реализация их результатов. Понятия показателей и критериев эффективности. Проблема согласования локальных и глобальных критериев.</p> <p>Структура магистерской диссертации как пример процедуры проведения системного анализа. Примеры интерпретаций взаимосвязей проблемы и цели исследования для тематик магистерских диссертаций.</p> | 2                 | 2  | 0,4 | 9   | 13,4  | <p>Р 6.1 №1, гл.2-3</p> <p>Р 6.1 №4, гл. 8</p> <p>Р 6.1 №5, гл.1, 5</p> <p>Р 6.2 №4</p> | <p>При проведении лекционных занятий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– лекция классическая.</li> </ul> <p>При проведении практических занятий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проблемное обучение;</li> <li>– обучение на основе опыта;</li> <li>- кейс-обучение.</li> </ul> |
| 2. | <p><b>Основные понятия теории систем, системного анализа</b></p> <p>Определения понятия абстрактной системы. Основные</p>   | 2                 | 2  | 0,4 | 8   | 12,4  | <p>Р 6.1 №1, гл.1</p> <p>Р 6.1 №4, гл. 1-2</p>  | <p>При проведении лекционных занятий:</p>  |

|    |  |   |   |     |   |      |  |  |  |
|----|--|---|---|-----|---|------|--|--|--|
|    | <p>свойства системы. Понятие эмерджентности. Определение понятия сложной системы. Различные способы выделения систем. Теоретико-множественное определение понятия абстрактной системы.</p> <p>Понятие структуры системы. Понятие способа декомпозиции и базового элемента. Проблемы выбора базового элемента и способа декомпозиции. Проблемы агрегирования.</p> <p>Виды структур систем. Понятия модели, конкретной системы, цели, внешней среды, динамической системы, функции, процесса, ситуации, критерия. Классификация систем по субстанциональному признаку и по происхождению. Классификация искусственных систем по функциональному и целевому назначению. Классификация естественных и смешанных систем. Классификация динамических систем по способу математического описания. Классификация систем по динамическим свойствам, по виду выполняемых функций, по типу структур, по типу развития, по виду взаимосвязи с внешней средой, по степени разнородности элементов, по степени управляемости и по другим признакам. Целеориентированные и ценностноориентированные системы. Понятие эквивалентности.</p> <p>Типовые ошибки и рекомендации при определении класса системы (на примере тем магистерских диссертаций). Взаимосвязь в решении вопросов определения класса системы, ее границ, цели и степени управляемости.</p> <p>Типовые ошибки при определении границ системы, ее цели, структуры системы, внешней среды. Взаимосвязь цели исследования и цели системы.</p> |   |   |     |   |      |  | <p>Р 6.1 №5, гл. 2<br/>Р 6.2 №1, гл. 1</p>               | <p>–проблемная лекция.</p> <p>При проведении практических занятий:<br/>– проблемное обучение;<br/>– обучение на основе опыта;<br/>- кейс-обучение.</p> |
| 3. | <p><b>Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа</b></p> <p>Жизненные этапы систем и их особенности. Общесистемные законы: закон системности, первый и второй законы преобразования композиции систем, закон полиморфизации. Полиморфизм и изоморфизм систем. Гомогенные и гетерогенные системы.</p> <p>Системные принципы: декомпозиции, композиции (интеграции). Принципы адекватности (соответствия), управляемости,</p>  | 2 | 2 | 0,4 | 8 | 12,4 |  | <p>Р 6.1 №1, гл.3-4<br/>Р 6.1 №4, гл. 3<br/>Р 6.2 №3</p> | <p>При проведении лекционных занятий:<br/>–проблемная лекция.</p> <p>При проведении практических занятий:<br/>– проблемное обучение;</p>               |

|    |   |   |   |     |   |      |   |  |
|----|---|---|---|-----|---|------|---|--|
|    | <p>наблюдаемости (контролируемости).</p> <p>Принципы согласованности (координации), совместимости (достижимости) и их системные отличия. Принципы реализуемости (осуществимости), единства системы и среды, типизации и стандартизации, контринтуитивного проектирования, оперативного принятия решения, самоорганизации, адаптации, самообучения.</p> <p>Типовые ошибки и рекомендации для анализа причин нарушения системных принципов, формирование путей корректировки системы для восстановления действия системных законов и принципов. Взаимосвязь в решении вопросов структурной и параметрической корректировки систем. Многообразие вариантов интерпретаций общесистемных законов и принципов (на примере тем магистерских диссертаций).</p>  |   |   |     |   |      |   | <p>– обучение на основе опыта;</p> <p>- кейс-обучение.</p>   |
| 4. | <p><b>Принципы и проблемы управления сложными системами</b></p> <p>Определения основных понятий области управления сложными объектами: управление, объект управления, система управления, управляемая система, управляемые и управляющие координаты, показатели и критерии эффективности управления, динамическая система.</p> <p>Основные задачи системного анализа в управлении. Активное и пассивное управление. Эволюционные системы. Управляемые и неуправляемые системы. Обобщенная структура управляемой системы с информационной точки зрения.</p> <p>Принцип разомкнутого управления. Принципы управления: инвариантности (компенсации возмущения), обратной связи. Комбинированные принципы управления. Область достижимости. Устойчивость управления и обратная связь.</p> <p>Принцип управления по модели как вариант реализации принципа адаптации. Проблемы управления. Принцип самообучения. Принцип ситуационного управления. Классификация управляемых систем. Проблемы координации крупномасштабных систем адаптивного и робастного управления.</p> <p>Правила построения структур управляемых систем. Проблемы управления и принятия решений в технических и социально-экономических системах. Одноцелевые и</p> | 2 | 2 | 0,4 | 8 | 12,4 | <p>Р 6.1 №1, гл.4</p> <p>Р 6.1 №4, гл. 5</p> <p>Р 6.2 №2, гл. 4</p> | <p>При проведении лекционных занятий:</p> <p>– проблемная лекция.</p> <p>При проведении практических занятий:</p> <p>– проблемное обучение;</p> <p>– обучение на основе опыта;</p> <p>- кейс-обучение.</p> |

|    |   |   |   |     |   |      |  |  |
|----|---|---|---|-----|---|------|--|--|
|    | <p>многоцелевые модели принятия решений. Полезность вариантов решений. Риск и его оценка. Эвристические методы поиска решения.</p> <p>Типовые ошибки и рекомендации при формировании структур управляемых систем и многообразие их интерпретаций (на примере тем магистерских диссертаций).</p>   |   |   |     |   |      |  |  |
| 5. | <p><b>Методы и модели системного анализа</b></p> <p>Классификация методов моделирования систем. Методы формализованного представления систем. Методы, направленные на активизацию интуиции и опыта специалистов. Специальные методы и методики, направленные на постепенную формализацию задачи. Имитационное динамическое моделирование. Ситуационное моделирование. Применение классификации систем для выбора методов их моделирования.</p> <p>Методы анализа и синтеза систем, их классификация. Математические методы системного анализа и исследования операций. Кибернетические методы. Исследование систем по аналогии. Интуитивный метод. Проблемный метод. Комбинированный метод.</p> <p>Математические модели (способы описания) управляемых систем: в виде дифференциальных уравнений, передаточных функций, частотных характеристик, ориентированных графов. Имитационное моделирование.</p> | 2 | 2 | 0,4 | 8 | 12,4 | <p>Р 6.1 №3, гл.4<br/>Р 6.1 №4, гл. 9<br/>Р 6.1 №2, гл. 3<br/>Р 6.2 №3</p> | <p>При проведении лекционных занятий:<br/>– проблемная лекция.</p> <p>При проведении практических занятий:<br/>– проблемное обучение;<br/>– обучение на основе опыта;<br/>- кейс-обучение.</p> |

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 81,8 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине.

### Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 1, 2      | Формирование проблемы, цели исследования и определение границ объекта исследования в соответствии с тематикой магистерских диссертаций.   | 2            |
| 2         | 2         | Описание объекта исследования как системы (в соответствии с тематикой магистерских диссертаций). Формирование структуры системы, определение внешней среды.                                     | 2            |
| 3         | 3         | Анализ соблюдения общесистемных законов и принципов строения, функционирования и развития сложных динамических систем и их классификация (в соответствии с тематикой магистерских диссертаций). | 2            |
| 4         | 4         | Формирование цели и структуры систем управления сложным динамическим объектом в условиях неопределенности в соответствии с тематикой магистерских диссертаций.                                  | 2            |
| 5         | 5         | Формирование рекомендаций по ликвидации причин нарушения системных закономерностей  | 2            |

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

##### Раздел 1. Методология проведения системного анализа сложных проблем

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Системность как всеобщее свойство материи. Роль системного подхода в научном познании и практической деятельности.
2. История возникновения кибернетики, теории систем, системотехники, системологии и системного анализа.
3. Базовые понятия и общие принципы системных исследований.
4. Основные подходы к исследованию: системный, структурный, функциональный, динамический, когнитивный, гомеостатический, синергетический, информационный и другие.
5. Определение сложной системы.
6. Понятие сложной системы. Различные способы выделения систем.
7. Теоретико-множественное определение понятия абстрактной системы.
8. Методология системообразования на основе триад.
9. Понятие слабоформализуемой проблемы.
10. Сложность этапа формирования целей.
11. Понятие проблематики.
12. Подходы к формированию структур целей.
13. Процедура проведения системных исследований и реализация их результатов.
14. Понятия показателей и критериев эффективности.
15. Проблема согласования локальных и глобальных критериев.
16. Особенности этапов формирования проблемы и выявления целей исследования.
17. «Жесткие» и «мягкие» проблемы. Пути и ресурсы проведения исследований.

##### Раздел 2. Основные понятия теории систем, системного анализа

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Понятие структуры системы. Понятие способа декомпозиции и базового элемента. Проблемы выбора базового элемента.
2. Основные типы организационных структур (линейные, функциональные, комбинированные, матричные), их эволюция и развитие.
3. Особенности формирования программно-целевых структур управления на различных уровнях иерархии.
4. Понятия функции, процесса, ситуации, критерия.
5. Открытые и закрытые системы. Целенаправленные и целеустремленные системы.
6. Понятие динамической системы. Модель «черного ящика».

7. Понятие процесса и его состояния.
8. Зависимость цели от стадии познания объекта (процесса). Зависимость цели от внешних и внутренних факторов.
9. Возможность (и необходимость) сведения задачи формулирования цели к ее структуризации.
10. Примеры классификации систем, их относительность.
11. Выбор классификации в конкретных условиях.
12. Открытые и закрытые системы.
13. Целенаправленные и целеустремленные системы.
14. Классификация систем по сложности.
15. Классификация систем по степени организованности.
16. Классификация систем с управлением.

### **Раздел 3. Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Принцип существования противоположностей в системе. Примеры. Следствия.
2. Принцип четырехэтапного эволюционного развития системы. Взаимодействие центра и периферии. Графическая интерпретация. Примеры.
3. Закономерности взаимодействия части и целого.
4. Закономерности иерархической упорядоченности систем: коммуникативность, иерархичность, основные особенности иерархической упорядоченности.
5. Закономерности функционирования и развития систем: историчность, самоорганизация, потенциальной эффективности. Зависимость цели от стадии познания объекта (процесса).
6. Зависимость цели от внешних и внутренних факторов. Возможность (и необходимость) сведения задачи формулирования цели к ее структуризации.
7. Закономерности формирования структур целей.
8. Закономерности осуществимости систем: эквивинальность, закон «необходимого разнообразия», закономерность.

### **Раздел 4. Принципы и проблемы управления сложными системами**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Обобщенная структура управляемой системы с информационной точки зрения.
2. Принцип разомкнутого управления.
3. Принцип управления с обратной связью.
4. Принцип ситуационного управления.
5. Принцип адаптивного управления.
6. Принцип управления по модели.
7. Принципы управления: самообучение.

### **Раздел 5. Методы и модели системного анализа**

Вопросы для самостоятельного изучения (подготовке к обсуждению):

1. Современный этап развития теории принятия решений. Классификация задач и методов принятия решений
2. Основные приемы формализации задач системного анализа.
3. Использование экспертных оценок при принятии решений.
4. Психологические аспекты принятия и реализации решений.
5. Математические постановки задач, приводящие к моделям математического программирования.
6. Особенности принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций, переговоры и выборы, личность и коллектив как объекты управления.

## **5. Фонд оценочных средств**

Оценка уровня освоения дисциплины осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля успеваемости магистрантов университета, и на основе критериев оценки уровня освоения дисциплины.

Контроль представляет собой набор заданий и проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения магистрантов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине и пр.);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Активность обучающегося на занятиях оценивается на основе выполненных работ и заданий, предусмотренных ФОС дисциплины.

Оценивание проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия обучающегося (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Оценка носит комплексный характер и учитывает достижения обучающегося по основным компонентам учебного процесса за текущий период.

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции | Наименование оценочного средства* |
|-------|--|---|--|-----------------------------------|
| 1     | Методология проведения системного анализа сложных проблем                            | ОПК-2   | базовый  | КСР, КА                           |
| 2     | Основные понятия теории систем, системного анализа                                   | ОПК-2   | базовый  | Т, КСР, КА                        |
| 3     | Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа | ОПК-2   | базовый  | Т, КСР, КА                        |
| 4     | Принципы и проблемы управления сложными системами                                    | ОПК-2   | базовый  | КСР, КА                           |
| 5     | Методы и модели системного анализа   | ОПК-2   | базовый  | КСР, КА                           |

\* Планируемые формы контроля: выполнение контролируемой самостоятельной работы (КСР), тестирование, ответы на вопросы (Т), кейс-анализ (КА).

При реализации дисциплины используется балльно-рейтинговая оценка освоения компетенций.

| Виды учебной деятельности            | Балл за конкретное задание | Количество | Баллы       |              |
|--------------------------------------|----------------------------|------------|-------------|--------------|
|                                      |                            |            | Минимальный | Максимальный |
| <b>Посещение аудиторных занятий:</b> |                            |            |             |              |
| лекций                               | 1                          | 5 лекций   | 0           | 5            |
| практических занятий                 | 2                          | 5 практик  | 0           | 10           |
| <b>Выполнение теста</b>              | 2                          | 2 теста    | 2           | 4            |
| <b>Выполнение СРС (КСР)</b>          | 10                         | 5 работ    | 35          | 50           |

|              |    |  |    |    |
|--------------|----|--|----|----|
| <b>Зачет</b> | 31 |  | 16 | 31 |
|--------------|----|--|----|----|

Оценка индивидуальных образовательных достижений производится в соответствии с универсальной шкалой.

**Шкала итоговых оценок успеваемости**

| Сумма баллов | Дифференцированная оценка | Не дифференцированная оценка |
|--------------|---------------------------|------------------------------|
| 91-100       | 5 «отлично»               | зачтено                      |
| 74-90        | 4 «хорошо»                |                              |
| 61-73        | 3 «удовлетворительно»     |                              |
| 0-60         | 2 «неудовлетворительно»   | не зачтено                   |

**Вопросы к зачету**

1. Цель, задачи и содержание дисциплины «Системный анализ». Системотехника, системный анализ, системология.
2. Системный подход как методология научных исследований. Системность материального мира, мышления и практической деятельности.
3. Определение сложной системы и особенности их исследования (структура системных исследований).
4. Технология проведения системных исследований поведения сложных объектов. Обобщенная структурная схема этапов системного анализа.
5. Этап формулировки проблемы в системном анализе. Понятие проблематики. «Жесткие» и «мягкие» проблемы. Формулировка цели и постановка задач исследования.
6. Понятие абстрактной системы. Основные свойства системы. Понятие эмерджентности.
7. Теоретико-множественное определение системы. Подсистема и надсистема. Определение базового элемента.
8. Понятие структуры системы через способ декомпозиции. Выбор способа декомпозиции. Виды структур систем (страты, слои, эшелоны). Примеры.
9. Понятие конкретной системы. Классификация систем по признаку развития.
10. Понятие и свойства внешней среды. Проблемы определения внешней среды. Открытая и закрытая системы.
11. Общесистемное понятие цели, задачи. Дерево цели. Свойства цели. Ситуации неопределенные, проблемные, критические.
12. Основные этапы жизненного цикла существования систем и их особенности.
13. Принцип декомпозиции и композиции систем. Примеры. Следствие о единстве анализа и синтеза.
14. Принцип управляемости и наблюдаемости. Принцип единства системы и среды. Примеры.
15. Принцип адекватности систем. Примеры
16. Принцип согласованности. Следствия. Примеры.
17. Принцип совместимости (достижимости). Следствия. Примеры.
18. Понятие управляемой системы, ее структура с информационной точки зрения.
19. Принципы разомкнутого управления и инвариантности. Достоинства и недостатки.
20. Принцип обратной связи. Достоинства и недостатки.
21. Принципы управления по модели как разновидность адаптивного управления. Достоинства и недостатки.
22. Принцип самообучения. Достоинства и недостатки.
23. Принцип ситуационного управления. Достоинства и недостатки.
24. Технология системного анализа. Основные этапы системного анализа и их схема.
25. Выявление, формирование и анализ проблемы и проблемной ситуации
26. Составление списка стейкхолдеров (участников, заинтересованных в решении проблемы)
27. Выявление проблематики (проблемного месива, комплексной проблемы, множества смешанных проблем)

28. Формирование конфигулятора
29. Выявление и формирование целей
30. Формирование критериев
31. Экспериментальное исследование систем
32. Генерирование альтернатив, выбор, или принятие решения
33. Методы формализованного представления систем. Методы, направленные на активизацию интуиции и опыта специалистов.
34. Закон системности. Первый закон преобразования композиции систем. Второй закон преобразования композиции систем. Примеры.
35. Закон полиморфизации. Полиморфизм и изоморфизм систем. Гомогенные и гетерогенные системы.
36. Понятие динамической системы. Модель «черного ящика».
37. Жизненные этапы развития систем. Классификация систем по признаку развития.
38. Принцип существования противоположностей в системе. Примеры. Следствия.
39. Постановка задач принятия решений. Основные этапы процедуры принятия решений.
40. Экспертные процедуры. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений.
41. Методы многокритериальной оценки альтернатив.
42. Методы принятия решений в условиях неопределенности. Виды неопределенности.

#### **Критерии оценки ответов на вопросы к зачёту:**

Положительная оценка (зачтено) ставится при владении материалом по лекциям, практическим занятиям и выполнении контролируемой самостоятельной работы в полном объеме.

Владение лекционным материалом предусматривает подробный и полный ответ на два вопроса из перечня вопросов к зачету, а также краткие ответы на дополнительные вопросы по всему материалу, при этом в ответе на дополнительные вопросы магистрант не допускает существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при анализе конкретных ситуаций,

Владение материалом по практическим занятиям предусматривает посещение и участие в решении рассматриваемых задач, а в случае пропусков – защиту тем практических занятий, которая предусматривает краткие ответы на вопросы по основным типам решаемых задач.

Выполнение контролируемой самостоятельной работы предусматривает проведение системных исследований по заданной структуре по теме магистерской диссертации.

Отрицательная оценка (не зачтено) ставится, если студент не смог ответить на вопросы из перечня контрольных вопросов, либо не отчитался по темам практических занятий, не выполнил контролируемую самостоятельную работу.

### **5.1. Типовые оценочные материалы**

#### **5.1.1. Оценочные материалы для практических работ**

Для проведения практических работ используются методики активного обучения, в частности, метод кейс-обучения. Этот метод применяется для системного анализа конкретных практических ситуаций и предназначен для обучения магистрантов владению основными инструментами системного анализа, навыкам формулирования проблемы и выработки возможных вариантов ее решения в соответствии с установленными критериями. Практические занятия по анализу конкретной ситуации ориентированы на использование и практическое применение знаний, полученных в период теоретической подготовки, а также умений, опирающихся на предыдущий опыт практической деятельности. По определенным правилам строится модель конкретной проблемной слабоформализуемой ситуации для сложной системы.

Все разработанные кейс-задачи, решаемые на практических занятиях, объединены в единую цепочку согласно методологии системного анализа. Объект исследования,

определенный на практическом занятии 1 на основе формулирования предложенной проблемы, рассматривается на всех последующих практических занятиях с позиций системного подхода в соответствии с требованиями процедуры системного анализа. На заключительном практическом занятии 5 обсуждаются варианты решения сформулированной системной проблемы с учетом выявленных системных свойств объекта исследования и причин нарушения системных закономерностей.

Предложенный подход к проведению цикла практических занятий позволяет обеспечить единство восприятия магистрантами всех этапов системного анализа на сквозном примере в виде выбранного конкретного объекта исследования, а также продемонстрировать механизм возникновения типовых системных ошибок и рекомендации по корректному проведению неоднозначно решаемых задач системного анализа.

### **Кейс-задача 1**

Раздел (тема) дисциплины: **Методология проведения системного анализа сложных проблем**

#### **Задание выполняется на практической работе № 1:**

Рассмотрение основных этапов системного анализа на примере конкретной проблемы – кейса без готового решения. Студенты делятся на группы по 4-6 чел. Задание группам: выбрать проблемосодержащую систему в области будущей профессиональной деятельности. Действуя согласно технологии прикладного системного анализа, предложить формулировку проблемы, цели и задач исследования. Формулирование проблемы выполнить согласно требованиям системного анализа. Провести анализ логической структуры проблемы, оценить развитие проблемы (в прошлом и будущем); выявить внешние связи проблемы с другими проблемами. Обозначить принципиальную разрешимость проблемы. Сформулировать цели и задачи исследования. Определить точку зрения.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по практической работе № 1.

К отчету предъявляются следующие требования:

Результат совместной работы группы оформляется в табличном виде и представляется к защите спикером группы.

|  | Краткое описание | Объяснение (2-3 стр.) |
|--|------------------|-----------------------|
| 1. Проблематика, проблема  |                  |                       |
| 2. Цель исследования<br>Задачи исследования                              |                  |                       |
| 3. Предварительное название объекта исследования                         |                  |                       |
| 4. Предварительное описание границ системы.<br>Формулировка точки зрения |                  |                       |

#### **Критерии оценки кейс-задания №1:**

- оценка «зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания в полном объеме, при этом цель и задачи исследования должны соответствовать решаемой проблеме; четко определен объект исследования и грамотно описаны границы проблемосодержащей системы.

- оценка «не зачтено» выставляется магистранту при невыполненном задания в полном объеме, например, если цель и задачи исследования не соответствуют решаемой проблеме; не четко определен объект исследования и не верно описаны границы системы.

### **Кейс-задача 2**

Раздел (тема) дисциплины: **Основные понятия теории систем, системного анализа**

#### **Задание выполняется на практической работе № 2:**

Рассмотрение основных базовых свойств системы на конкретном примере. Студенты делятся на группы по 4-6 чел. Задание группам: Определить глобальную цель системы. Определить цели-требования надсистемы. Формулирование задач системы. Выполнить декомпозицию целей на задачи. Разработать дерево целей. Сформулировать содержание свойства интегративности системы.

Определить уточненные границы объекта исследования, который будет рассматриваться как система. Определить способ декомпозиции и тип базового элемента. Обосновать свой выбор, увязав его с целью исследования и точкой зрения. Представить структуру системы.

Определить надсистему и подсистемы. Определить тип построенной структуры. Указать состав элементов и их свойства. Указать назначение связей, их характер, направление. Определить элементы внешней среды. Оценить социальные факторы, влияющие на систему.

Определить принадлежность системы к какому-либо классу в различных системах классификации: по степени сложности, по субстанциональному признаку, по целям, по выполняемым функциям, по степени взаимодействия с внешней средой, по степени динамичности, по степени разнородности элементов, по признаку управляемости, по виду структур.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по практической работе № 2. К отчету предъявляются следующие требования:

Результат совместной работы группы оформляется в табличном виде и представляется к защите спикером группы.

|  | Краткое описание | Объяснение (2-3 стр.) |
|--|------------------|-----------------------|
| 1. Цель, задачи системы. Дерево целей                |                  |                       |
| 2. Базовые свойства системы                          |                  |                       |
| 2. Структура системы.                                |                  |                       |
| 3. Особенности внешней среды                         |                  |                       |
| 4. Определение места системы в системе классификаций |                  |                       |

#### **Критерии оценки кейс-задания №2:**

- оценка «зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания в полном объеме, при этом четко определены цель и задачи системы; построено дерево целей, имеющее не менее трех уровней; четко определена структура системы, базовый элемент; выделены особенности внешней среды и грамотно описано место рассматриваемого объекта (процесса) в системе классификаций.

- оценка «не зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания не в полном объеме, если не четко определены цель и задачи системы; построено дерево целей, имеющее менее трех уровней; не определена структура системы, не выделен базовый элемент; не описаны особенности внешней среды и место рассматриваемого объекта (процесса) в системе классификаций.

#### **Кейс-задача 3**

Раздел (тема) дисциплины: **Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа**

#### **Задание выполняется на практической работе № 3:**

Рассмотрение общесистемные принципы функционирования конкретной системы. Студенты делятся на группы по 4-6 чел. Задание группам:

Необходимо рассмотреть исследуемую систему через призму общесистемных законов и принципов. Применить системные принципы (адекватности, согласованности, совместимости, управляемости, наблюдаемости, существования двух противоположно направленных сил) и привести пример выполнения или невыполнения системного принципа в исследуемой системе.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по практической работе № 3. К отчету предъявляются следующие требования:

Результат совместной работы группы оформляется в табличном виде и представляется к защите спикером группы.

|   | Краткое описание | Объяснение (2-3 стр.) |
|---|------------------|-----------------------|
| 1. Системные законы:<br>Закон системности<br>Закон полиморфизации<br>1-й закон преобразования композиций систем<br>2-й закон преобразования композиций систем |                  |                       |
| 2. Системные принципы:<br>адекватности,<br>согласованности,<br>совместимости,<br>управляемости,<br>наблюдаемости,<br>единства системы, цели и среды           |                  |                       |

**Критерии оценки кейс-задания №3:**

- оценка «зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания в полном объеме, при этом исследуемая система раскрыта через призму общесистемных законов и принципов; приведены примеры нарушения выполнения системных законов и принципов; выявлены «узкие места»;

- оценка «не зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания не в полном объеме, описание системы через призму общесистемных законов и принципов проведено не полностью или же отсутствует; не приведены примеры нарушения выполнения системных законов и принципов.

**Кейс-задача 4**

Раздел (тема) дисциплины: **Принципы и проблемы управления сложными системами**

**Задание выполняется на практической работе № 4:**

Рассмотрение проблем управления в исследуемой системе. Студенты делятся на группы по 4-6 чел. Задание группам:

Применить какой-либо из принципов управления, организовав замыкание контуров управления либо с помощью только элементов самой системы, либо, с привлечением элементов из внешней среды.

Необходимо выбрать принцип управления, адекватный по степени сложности системе. Представить структуру системы управления для объекта исследования. Необходимо назвать, какие подразделения выполняют функции блоков управления в системе управления. Привести пример нарушения принципов управления в построенной системе управления.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по практической работе № 4. К отчету предъявляются следующие требования:

Результат совместной работы группы оформляется в табличном виде и представляется к защите спикером группы.

|   | Краткое описание | Объяснение (2-3 стр.) |
|---|------------------|-----------------------|
| 1. Цель управления                          |                  |                       |
| 2. Принципы управления                      |                  |                       |
| 3. Структура системы управления для объекта |                  |                       |

**Критерии оценки кейс-задания №4:**

- оценка «зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания в полном объеме, сформулирована цель управления; приведена и описана структура системы управления для объекта исследования; названы подразделения, выполняющие функции блоков управления в системе управления; приведены примеры нарушения принципов управления в построенной системе управления;

- оценка «не зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания не в полном объеме, нечетко сформулирована цель управления; частично приведена или отсутствует структура системы управления для объекта исследования; не приведены примеры нарушения принципов управления в построенной системе управления.

**Кейс-задача 5**

Раздел (тема) дисциплины: **Методы и модели системного анализа**

**Задание выполняется на практической работе № 5:**

Формирование рекомендаций по решению системной проблемы. Студенты делятся на группы по 4-6 чел. Задание группам:

Дать предположительные рекомендации по решению проблемы на основе проведенных исследований. Оценить следующие вопросы: прогноз будущих тенденций решения проблемы; предсказание появления новых факторов, оказывающих сильное воздействие на решение проблемы.

Перечислить возможные направления действий по решению исследуемой проблемы. Привести аргументы и оценить альтернативные решения. Проанализировать возможные положительные и отрицательные последствия выбора и выбрать оптимальный вариант разрешения конкретной ситуации, объяснить причины и рациональность выбора. Оценить, разрешена ли проблема.

**Результатом выполнения кейс-задания** является отчет по практической работе № 5. К отчету предъявляются следующие требования:

Результат совместной работы группы оформляется в табличном виде и представляется к защите спикером группы.

|  | Краткое описание | Объяснение (2-3 стр.) |
|--|------------------|-----------------------|
| 1. Альтернативные решения по устранению проблемы<br>1)<br>2)<br>3) |                  |                       |
| 2. Оптимальный вариант разрешения конкретной ситуации              |                  |                       |
| 3. Прогноз будущих тенденций решения проблемы                      |                  |                       |

**Критерии оценки кейс-задания №5:**

- оценка «зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания в полном объеме, даны предположительные рекомендации по решению проблемы; построен прогноз будущих тенденций решения проблемы; перечислены возможные направления действий по решению исследуемой проблемы; приведены альтернативные решения и выбран оптимальный вариант решения проблемы;

- оценка «не зачтено» выставляется магистранту при выполнении задания не в полном объеме, не сформулированы предположительные рекомендации по решению проблемы; отсутствует прогноз будущих тенденций решения проблемы; не приведены альтернативные решения и не выбран оптимальный вариант решения проблемы.

### **5.1.2. Контролируемая самостоятельная работа**

В качестве оценочного средства по разделам дисциплины выступает контролируемая самостоятельная работа (доклад для круглого стола), охватывающая все разделы дисциплины.

#### **Требования к КСР**

КСР должна иметь следующую структуру.

Введение (1-2 стр.)

Во введении необходимо обосновать потребность в системном анализе и его актуальность. Системный анализ необходим для выявления специфики работы системы и выработки мероприятий по улучшению ее деятельности.

Необходимо упомянуть название исследуемого объекта, например, с помощью фразы: «В качестве объекта системных исследований рассматривается <название объекта>, исследуются проблемы <...> возникающие в процессе функционирования объекта.

Далее необходимо кратко перечислить список вопросов, решаемых в каждом разделе. Например, «В разделе 1 формируется перечень всех проблем, включая < >, формируется проблема <.....>, в разделе 2 ...и т.д.» (а как эти вопросы решены, необходимо будет кратко описать в заключении).

#### **Раздел 1. Методология проведения системного анализа сложных проблем**

Формулировка проблемы, цели и задач исследования (2-3 стр.)

Формулирование проблемы выполнить по всем этапам (вначале сформулировать проблематику, а затем - проблему).

Проблематика – это множество взаимосвязанных проблем, которое включает в себя: а) проблему самой проблемосодержащей системы; б) проблемы, которые существуют в подсистемах проблемосодержащей системы; в) проблемы надсистемы по отношению к проблемосодержащей системе проблемы, которые могут возникнуть как следствие решения проблем.

Формирование проблематики позволяет понять, существует ли проблема; выполнить анализ логической структуры проблемы, оценить развитие проблемы (в прошлом и будущем); выявить внешние связи проблемы с другими проблемами.

Проблема – нежелательное явление в системе; основной вопрос, который решается – это то, что не нравится в существующем положении дел. Обозначить принципиальную разрешимость проблемы.

Затем сформулировать цели и задачи исследования (для этого выявленную проблему можно переформулировать, инвертируя ее). Определить точку зрения.

#### **Раздел 2. Основные понятия теории систем, системного анализа**

Описать объект исследования как систему.

2.1. Цель, задачи системы (2-3 стр.)

Определить глобальную цель системы. Определить цели-требования надсистемы. Формулирование задач системы. Выполнить декомпозицию целей на задачи. Разработать дерево целей (не менее трех уровней). Представить дерево целей в виде рисунка.

Сформулировать содержание свойства интегративности (эмерджентности) системы. Для этого воспользоваться формулировкой цели системы.

Описываемая система должна быть обязательно сложной; необходимо это доказать, раскрывая на своем примере все признаки сложной системы (именно поэтому и применяется процедура системного анализа для ее исследования).

2.2. Структура системы (4-5 стр.)

Определить границы объекта исследования, который будет рассматриваться как система. Дать название объекту исследования, например, с помощью фразы: «В качестве объекта системных исследований рассматривается <название объекта>.

Определить способ декомпозиции и базовый элемент. Обосновать свой выбор необходимо, увязав его с целью исследования и точкой зрения. Представить структуру системы.

Определить надсистему и подсистемы, для этого применить 1-й системный закон. Определить тип построенной структуры.

Для иерархической структуры количество уровней не менее 3, для плоской - количество элементов не менее 9. Указать состав элементов и их свойства. Указать назначение связей, их характер, направление.

### 2.3. Особенности окружающей среды (2-3 стр.)

Определить элементы внешней среды, дать им оценку, определить тенденции их изменения. Оценить социальные факторы, влияющие на систему. Использовать 1-й системный закон. Исследуемая система должна быть обязательно открытой.

### 2.4. Определение места системы в системе классификаций (1-2 стр.)

Определить принадлежность системы к какому-либо классу в различных системах классификации: по степени сложности, по субстанциональному признаку, по целям, по выполняемым функциям, по степени взаимодействия с внешней средой, по степени динамичности, по степени разнородности элементов (применить 4-й системный закон), по признаку управляемости, по виду структур.

Обратить особое внимание на признак управляемости. Если система является управляемой, то есть она содержит в своем составе как управляющую часть, так и объект управления, то в разделе 2.2 на построенной структуре необходимо определить принадлежность элементов системы к ним. Если система является управляющей, то есть она содержит в своем составе только элементы управляющей части, то в разделе 2.3 в качестве элементов внешней среды необходимо выделить хотя бы один элемент, который выполняет роль объекта управления.

## **Раздел 3. Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа**

Общесистемные принципы функционирования системы (7-8 стр.)

Обязательным является применение системных принципов: адекватности, согласованности, совместимости, управляемости, наблюдаемости, существования двух противоположно направленных сил.

Применять принципы – это значит привести пример выполнения или невыполнения системного принципа в исследуемой системе.

Рекомендуется приводить примеры на невыполнение принципов. Один из примеров нарушения действия принципов должен отражать исследуемую системную проблему. Тут же надо сформулировать рекомендации системного аналитика по решению проблемы.

Для принципов согласованности и совместимости при формировании рекомендаций использовать 2 и 3 системные законы. Сопроводить иллюстрацией на построенной ранее (в разделе 2.2) структуре. Если же требуется детализация структуры, то разработать другую структуру.

## **Раздел 4. Принципы и проблемы управления сложными системами**

Проблемы управления в исследуемой системе (4 стр.)

Применить какой-либо из принципов управления, организовав замыкание контуров управления либо с помощью только элементов самой системы, либо, если это не удастся, – с привлечением элементов из внешней среды.

Необходимо выбрать такой принцип управления, который является адекватным по степени сложности системе (сложной системой нельзя управлять с помощью простой структуры управления). Представить структуру системы управления для объекта исследования на рисунке.

Описание рисунка должно в себя включать вербальное перечисление состава следующих векторов: плановых  $X_0(t)$  и фактических координат  $X(t)$ , управляющих координат  $U_1(t)$  и  $U_2(t)$  разных уровней управления, а также возмущающих воздействий  $F(t)$ .

Кроме того, необходимо назвать, кто (какие подразделения) выполняют функции блоков управления в системе управления на рисунке. Для этого использовать элементы выделенной в разделе 2.2 структуры (как правило, это элементы оргструктуры).

Привести пример нарушения принципов управления в построенной системе управления.

### **Раздел 5. Методы и модели системного анализа**

Рекомендации по решению системной проблемы (1 стр.)

Дать предположительные рекомендации по решению проблемы на основе проведенных исследований. Для этого можно оценить какие-либо из следующих вопросов: прогноз будущих тенденций решения проблемы; предсказания появления новых факторов, оказывающих сильное воздействие на решение проблемы; тактика, политика, процедуры, правила, распределение ресурсов, управление по целям, фактор времени, эффективности прошлых стратегий, должностные инструкции.

Заключение (1-2 стр.)

Заключение должно содержать краткое изложение всех результатов, полученных при выполнении каждого раздела курсовой работы. Заключение отличается от введения следующим. Во введении говорится: «В разделе 1 выполнено системное описание функционирования макроэкономической системы, представлена ее структура, выявлены основные элементы и связи...». В заключении же: «Выполнена декомпозиция макроэкономической системы с использованием горизонтального способа декомпозиции, при этом в качестве базового элемента рассмотрен сектор экономики. Структура представлена 6 секторами, связями являются финансовые потоки...»

Список литературы (не менее 10 источников, включая электронные ресурсы, издание не позднее 5 лет) (1 стр.)

#### **Критерии оценки содержания КСР:**

– оценка «зачтено» выставляется магистранту, если он представил КСР в письменном виде в соответствии с требованиями, а также в докладе на выбранную тему кратко в устной форме изложил ее актуальность, основываясь на авторскую презентацию, представил основной материал и в конце доклада сделал вывод. При этом доклад должен длиться не более пяти минут;

– оценка «не зачтено» выставляется магистранту, если он не выполнил требования по представлению КСР в письменной форме, а также в устной форме не проявил владение темой.

#### **Примерные темы для КСР**

1. Системный анализ проблем математического моделирования технологий выполнения исследований биологических объектов и биотехнических систем различного назначения с использованием стандартных программных средств
2. Системный анализ проблем разработки физических моделей биологических объектов и процессов.
3. Системный анализ проблем разработки феноменологических моделей биологических объектов и процессов.
4. Системный анализ проблем разработки математических и информационно-структурных моделей биологических объектов и процессов.
5. Системный анализ проблем проектирования, подготовки технических заданий на выполнение проектных работ в сфере биотехнических систем и технологий.
6. Системный анализ проблем проектирования устройств, приборов, систем и комплексов биомедицинского и экологического назначения с учетом заданных требований.
7. Системный анализ проблем разработки проектно-конструкторской документации в соответствии с методическими и нормативными требованиями.
8. Системный анализ проблем разработки технических заданий на проектирование технологических процессов биомедицинской техники.
9. Системный анализ проблем разработки технических заданий на проектирование схем производства экологической техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

10. Системный анализ проблем разработки технологической документации на проектируемые устройства, приборы, системы и комплексы биотехнического, медицинского и экологического назначения;

11. Системный анализ проблем изготовления биомедицинской и экологической техники, а также биотехнических систем других направлений.

12. Системный анализ проблем управления проектом разработки биотехнической системы.

13. Системный анализ проблем технического диагностирования приборов, систем и комплексы медико-биологического назначения.

14. Системный анализ проблемы испытаний биотехнических систем управления, в контур которых в качестве управляющего звена включен человек-оператор.

15. Системный анализ проблемы нахождения оптимальных решений при создании отдельных приборов и систем с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и безопасности жизнедеятельности, а также экологической безопасности.

16. Системный анализ проблемы разработки системы проектирования, технологий производства и обслуживания биомедицинской техники

17. Системный анализ проблемы организации работ по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов и их элементов.

18. Системный анализ проблемы внедрения систем автоматизированного проектирования биотехнических систем и технологий.

19. Системный анализ проблемы информационной поддержки биотехнических систем и технологий.

20. Системный анализ проблемы разработки биотехнических систем и технологий для здравоохранения.

Оценка тестовых заданий производится в соответствии с таблицей

| Критерий / Оценка                            | 1          | 2          | 3          | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Правильно определен ответ на тестовый вопрос | 0,25 балла |

## 5.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций

| Компетенция, ее этап и уровень формирования                  | Заявленный образовательный результат   | Типовое задание из ФОС, позволяющее проверить сформированность образовательного результата | Процедура оценивания образовательного результата  | Критерии оценки  |
|--|--|--|---|--|
| <i>ОПК-2, 1 этап, уровень базовый по аспектам дисциплины</i> | <i>Знать:</i> основные методологические подходы исследования процессов функционирования объектов профессиональной деятельности –приборов, систем и комплексов медико-биологического и экологического назначения, методов и технологий выполнения медицинских, экологических и эргономических исследований, биотехнических систем и технологий; | <i>Тестовые вопросы из ФОС, стр.21</i>   | <i>Тест</i> проводится после окончания изучаемой темы в конце практического занятия на 15 минут, тестирование предполагает проверку знаний всех формируемых компетенций <i>одновременно</i> . | Критерии оценки <i>тестовых заданий</i> - указаны в ФОС, стр. 23 |

|   |   |  |   |   |
|---|---|--|---|---|
|   | <p>технологии проведения системного анализа сложных слабоформализуемых проблем, возникающих при исследовании, разработке, производстве и применении биотехнических систем и технологий, предназначенных для контроля и управления за состоянием живых систем, обеспечения их жизнедеятельности, поддержания оптимальных условий трудовой деятельности человека;</p> <p>теоретические основы построения методологии как способа достижения цели при решении системной проблемы; общие принципы и закономерности в построении, функционировании и развитии, управлении и моделировании процессов функционирования биотехнических систем и технологий;</p> <p>содержание задач управления, в том числе задач оптимизации, планирования, контроля, принятия решений, адаптации, идентификации, прогнозирования и развития сложных биотехнических систем;</p> <p>основные структуры систем управления сложными системами;</p> <p>основные классы моделей и методов управления сложных систем</p> | <p><i>Вопросы к зачету из ФОС, стр.13</i></p>      | <p><i>Оценивание ответов на вопросы к зачету (30 минут) проводится в конце освоения дисциплины и предполагает оценку знаний всех формируемых компетенций одновременно</i></p> | <p>Критерии оценки ответов на вопросы к зачету указаны в ФОС, стр. 14</p> |
| <p><i>ОПК-2, 1 этап, уровень базовый по аспектам дисциплины</i></p> | <p><i>Уметь:</i> применять основные методологические подходы к исследованию процессов функционирования сложных биотехнических систем и технологий;</p> <p>выполнять основные этапы системного анализа процессов функционирования биотехнических систем, предназначенных для контроля и управления за состоянием живых систем, обеспечения их жизнедеятельности, поддержания оптимальных условий трудовой деятельности человека;</p> <p>идентифицировать проблему и</p>  | <p><i>Решение кейс-задач из ФОС, стр.14-17</i></p> | <p><i>Кейсы выполняются на практических работах в течение 60 минут каждый. Результат оформляется в виде таблицы.</i></p>  | <p><i>Критерии оценки указаны в ФОС, стр. 15-18</i></p>                   |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
|   | <p>выявлять несоблюдение системных принципов функционирования сложных биотехнических систем приборостроения; формулировать задачи анализа, синтеза, оптимизации, планирования, управления, адаптации, идентификации, контроля, прогнозирования и развития сложных систем;</p> <p>обосновывать выбор способов описания и формализации задач управления и принятия решений в биотехнических системах.</p>   |  |  |  |
| <p><i>ОПК-2, 1 этап, уровень базовый по аспектам дисциплины</i></p> | <p><i>Владеть:</i> методикой проведения элементарных системных исследований процессов функционирования и развития сложных приборов, систем и комплексов медико-биологического назначения; системными правилами выявления причин нарушения системных принципов функционирования биотехнических систем; правилами выбора структур систем управления для решения проблем управления биотехническими системами; правилами выбора класса моделей биотехнических систем</p> | <p><i>Выполнение КСР из ФОС, стр. 18</i></p> | <p><i>КСР выполняется самостоятельно и представляется в виде презентации и доклада в течение 5 минут. Результат оформляется письменно.</i></p> | <p><i>Критерии оценки указаны в ФОС, стр. 20</i></p> |

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Основная литература**

1. Вдовин, В. М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс]: учеб. / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – М.: Дашков и К, 2013. – 638 с.
2. Козлов, В. Н. Системный анализ, оптимизация и принятие решений: учебное пособие / В. Н. Козлов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – М.: Проспект, 2014. – 176 с.
3. Демидова, Л. А. Принятие решений в условиях неопределенности [Электронный ресурс] / Л.А. Демидова, В.В. Кираковский, А.Н. Пылькин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 287 с.
4. Основы теории систем и системного анализа / Б. Г. Ильясов [и др.]; УГАТУ; под ред. Б.Г. Ильясова. – Уфа: УГАТУ, 2014. – 217 с.

### **6.2. Дополнительная литература**

1. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ / В. Н. Волкова, А. А. Денисов; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 616 с.
2. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении: учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 368 с.
3. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. В.Н.Волковой, В.Н.Козлова. – М.:Высш.шк., 2004. 616с.

4. Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, Т. А. Ефтонова. Управление инвестиционным процессом на макро- и мезоуровне: модели и методы. Учебное пособие. Уфа: Изд-во УГАТУ – 2015. 229 с. (229/56).

5. Б. Г. Ильясов, И. В. Дегтярева, Е. А. Макарова, А. Н. Павлова. Системное динамическое моделирование и управление финансовыми потоками на макроуровне в рыночных условиях. Учебное пособие. Уфа: Изд-во УГАТУ –2015. 197 с. (197/50).

6. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учебное пособие / Ф.П. Тарасенко. – М.: КНОРУС, 2010. – 224 с.

### 6.3. Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)

На сайте библиотеки <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на Интернет-ресурсы.

| №  | Наименование ресурса  | Объем фонда электронных ресурсов (экз.) | Доступ   | Реквизиты договоров с правообладателями  |
|----|---|---|--|--|
| 1. | ЭБС «Лань»<br><a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>   | 41716                                   | С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в ЭБС по сети УГАТУ                          | Договор ЕД-671/0208-14 от 18.07.2014. Договор № ЕД -1217/0208-15 от 03.08.2015                   |
| 2. | ЭБС Ассоциации «Электронное образование Республики Башкортостан»<br><a href="http://e-library.ufa-rb.ru">http://e-library.ufa-rb.ru</a>   | 1225                                    | С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ | ЭБС создается в партнерстве с вузами РБ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта                  |
| 3. | Консорциум аэрокосмических вузов России<br><a href="http://elsau.ru/">http://elsau.ru/</a>  | 1235                                    | С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в АБИС «Руслан» на площадке библиотеки УГАТУ | ЭБС создается в партнерстве с аэрокосмическими вузами РФ. Библиотека УГАТУ – координатор проекта |
| 4. | Электронная коллекция образовательных ресурсов УГАТУ<br><a href="http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?lnit+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xsl+rus">http://www.library.ugatu.ac.ru/cgi-bin/zgate.exe?lnit+ugatu-fulltxt.xml,simple-fulltxt.xsl+rus</a> | 528                                     | С любого компьютера по сети УГАТУ  | Свидетельство о регистрац. №2012620618 от 22.06.2012   |
| 5. | Электронная библиотека диссертаций РГБ  | 885352 экз.                             | Доступ с компьютеров читальных залов библиотеки, подключенных к ресурсу  | Договор №1330/0208-14 от 02.12.2014  |
| 6. | Научная электронная библиотека eLIBRARY*<br><a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>   | 9169 полнотекстовых журналов            | С любого компьютера, имеющего выход в Интернет, после регистрации в НЭБ на площадке библиотеки УГАТУ           | ООО «НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА». № 07-06/06 от 18.05.2006                                   |
| 7. | Тематическая коллекция полнотекстовых журналов «Mathematics» издательства Elsevier<br><a href="http://www.sciencedirect.com">http://www.sciencedirect.com</a>   | 120 наименований журналов               | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет   | Договор №ЭА-190/0208-14 от 24.12.2014 г.   |
| 8. | Научные полнотекстовые  | 1900                                    | С любого компьютера по сети  | Доступ открыт по гранту  |

|     | журналы издательства Springer*<br><a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>  | наимен. журналов      | УГАТУ, имеющего выход в Интернет                             | РФФИ   |
|-----|--|-----------------------|--|--|
| 9.  | Научные полнотекстовые журналы издательства Taylor & Francis Group*<br><a href="http://www.tandfonline.com/">http://www.tandfonline.com/</a>                       | 1800 наимен. журналов | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и Гос. публичной научно-технической библиотекой России (далее ГПНТБ России) |
| 10. | Научные полнотекстовые журналы издательства Sage Publications*   | 650 наимен. журналов  | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России  |
| 11. | Научные полнотекстовые журналы издательства Oxford University Press*<br><a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>                | 275 наимен. журналов  | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России  |
| 12. | Научный полнотекстовый журнал Science The American Association for the Advancement of Science<br><a href="http://www.sciencemag.org">http://www.sciencemag.org</a> | 1 наимен. журналов    | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России  |
| 13. | Научный полнотекстовый журнал Nature компании Nature Publishing Group*<br><a href="http://www.nature.com/">http://www.nature.com/</a>                              | 1 наимен. журналов    | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России  |
| 14. | Научные полнотекстовые журналы Американского института физики<br><a href="http://scitation.aip.org/">http://scitation.aip.org/</a>                                 | 18 наимен. журналов   | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России  |
| 15. | Научные полнотекстовые ресурсы Optical Society of America*<br><a href="http://www.opticsinfobase.org/">http://www.opticsinfobase.org/</a>                          | 22 наимен. журналов   | С любого компьютера по сети УГАТУ, имеющего выход в Интернет | В рамках Государственного контракта от 25.02.2014 г. №14.596.11.0002 между Министерством образования и науки и ГПНТБ России  |
| 16. | Архив научных  | 2361                  | С любого компьютера по сети                                  | Доступ предоставлен  |

|   |                      |   |  |
|---|----------------------|---|--|
| <p>полнотекстовых журналов зарубежных издательств*-<br/>Annual Reviews (1936-2006)<br/>Cambridge University Press (1796-2011)<br/>цифровой архив журнала Nature (1869- 2011)<br/>Oxford University Press (1849–1995)<br/>SAGE Publications (1800-1998)<br/>цифровой архив журнала Science (1880 -1996)<br/>Taylor &amp; Francis (1798-1997)<br/>Институт физики Великобритании The Institute of Physics (1874-2000)</p> | <p>наимен. журн.</p> | <p>УГАТУ, имеющего выход в Интернет</p> | <p>российским организациям-участникам консорциума НЭЙКОН (в том числе УГАТУ - без подписания лицензионного договора)</p> |
|---|----------------------|---|--|

#### **6.4. Методические указания к практическим занятиям**

Целью практических занятий является повторение и углубленное изучение лекционного материала на основе анализа проблемных ситуаций, приближенных по содержанию к практике управления, решения задач-тестов и расчетных задач.

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Системный анализ» /Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; сост.: Б. Г. Ильясов, Е. А. Макарова, Н. В. Хасанова – Уфа, 2015 (кафедральное издание).

#### **7. Образовательные технологии**

В процессе подготовки магистров по дисциплине «Системный анализ» используется совокупность методов и средств обучения, позволяющих осуществлять целенаправленное методическое руководство учебно-познавательной деятельностью магистрантов, в том числе на основе интеграции информационных и традиционных педагогических технологий.

В частности, предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Классическая лекция, предусматривающая систематическое, последовательное, монологическое изложение учебного материала.
2. Проблемная лекция, стимулирующая творчество, осуществляемая с подготовленной аудиторией.
3. Лекция-визуализация – передача информации посредством схем, таблиц, рисунков, видеоматериалов, проводится по ключевым темам с комментариями.
4. Проблемное обучение, стимулирующее магистрантов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, в форме решения кейс-задач для проведения активного проблемно-ситуационного анализа, основанное на обучении путем решения конкретных задач-ситуаций.
5. Контекстное обучение – мотивация магистрантов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
6. Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности магистранта за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

При реализации настоящей рабочей программы предусматриваются интерактивные и активные формы проведения занятий, дискуссии по темам исследования и поставленным научным проблемам.

#### **8. Методические указания по освоению дисциплины**

Аудиторные часы для преподавания дисциплины «Системный анализ» в высших учебных заведениях максимально сжаты. И поэтому традиционное чтение лекций, без

активной познавательной деятельности, не даст возможности обучаемым глубоко прочувствовать теоретический материал и связать его с практикой, а также вызвать неподдельный интерес к дисциплине, которая в дальнейшей деятельности побуждала бы самостоятельно расширять свои познания в области исследования сложных систем. Необходимо осуществить переход от роли слушающего к активному обучению.

Методические указания по освоению дисциплины представляют собой рекомендации и разъяснения, позволяющие студенту оптимальным образом организовать процесс изучения данной дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Системный анализ» является формирование у магистрантов, обучающихся по направлению подготовки *12.04.04 Биотехнические системы и технологии*, представлений о системности мира и объектов, навыков исследования сложных систем, изучение современных средств поддержки выполнения процедур системного анализа.

Тематический план дисциплины разбит на разделы (темы).

### **Раздел 1. «Методология проведения системного анализа сложных проблем».**

Ознакомиться с текстом лекции. Проследить связь науки о теории систем с другими дисциплинами. Уделить внимание проблемам, связанным с исследованием и функционированием сложных систем. Одной из центральных является проблема целеполагания. Трудность решения связана с невозможностью однозначного перевода множества потребностей в множество конкретных целей.

Руководствуясь знанием этапов проведения системного анализа, создать модель (проект) решения любой интересующей проблемы.

При изучении раздела наибольшее внимание следует уделить таким вопросам как: системность материального мира, мышления и практической деятельности, базовые свойства систем, понятие эмерджентности. Наиболее важное внимание следует уделить проблемам, связанным с исследованием и функционированием сложных систем. Магистранты должны знать этапы системного анализа; уметь формулировать проблему, определять возможные и допустимые альтернативы и оценивать их по критериям.

### **Раздел 2. «Основные понятия теории систем, системного анализа».**

Усвоить определения терминов предметной области. Уделить внимание множественности определений системы, на понятие системы, основанное на выделении базовых свойств.

Ознакомиться с лекционным материалом и обратить внимание, что классификацию систем можно осуществить по разным критериям. Её часто жестко невозможно проводить, и она зависит от цели и ресурсов.

Обратить внимание на различия между большой и сложными системами. Попытаться привести пример сложной системы, не являющейся большой системой; примеры закрытых систем.

Следует обратить внимание, что построение «дерева» целей является эффективным методом структуризации проблемной ситуации и определения цели решения.

Обратить внимание, что от правильности определения границ системы зависят ее функции, эффективность и качество системы, возможность ее проектирования и исследования.

Рекомендуется привести основные способы классификации систем. Привести конкретные примеры систем для каждого их перечисленных классов. Выделите в каждом примере характерные для системы свойства.

### **Раздел 3. «Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа»**

В результате освоения материала раздела, студент должен понимать содержание системных законов и принципов, и их роль в научном познании; уметь проследить жизненные этапы системы и объяснить, что протекание этих этапов подчинено определенным системным законам и принципам.

Главное внимание студентам следует уделить системным принципам – если выполняются, то система будет функционировать правильно.

#### **Раздел 4. «Принципы и проблемы управления сложными системами»**

Ознакомиться с текстом лекций. Наиболее важные вопросы раздела связаны с выделением параметров, с помощью которых можно управлять системой. Используя обобщенную структуру управляемой системы, привести примеры систем различной физической природы.

В результате освоения материала раздела, студент должен решать главные задачи (цели) управления с использованием основных принципов управления; используя обобщенную структуру управляемой системы, привести примеры систем различной физической природы;

Проанализировать достоинства и недостатки основных принципов управления. Выделить параметры, с помощью которых можно управлять системой. Усвоить, что такое положительная и отрицательная обратная связи. Сформулировать собственное определение этих понятий. Приведите примеры этих связей для сложных (технических, социальных, экономических и др.) систем.

#### **Раздел 5. «Методы и модели системного анализа»**

В результате освоения материала раздела студент должен знать классификацию методов и моделей системного анализа, представлять назначение специальных методов и методик, направленных на формализацию задач принятия решения; уметь использовать математические методы системного анализа и исследования операций. Усвоить, в чем состоит различие между анализом и синтезом как этапами решения задачи.

Изучить разные аспекты подобия между моделью и моделируемым ею фрагментом реальности. Приведите конкретные примеры по каждому из аспектов. Ответить на вопрос, что заставляет пользоваться моделями вместо самих моделируемых объектов? Обратит внимание на основные свойства моделей и объяснить, насколько они важны. Рассмотреть основные этапы процесса моделирования. Привести примеры задач анализа, синтеза, идентификации, прогнозирования.

Рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса, практических занятий и практическому применению изученного материала приведен в таблице:

| Темы разделов  | Доля раздела в общем времени дисциплины, % | Трудоем-ть изучения раздела, ч. | Трудоемкость изучения разделов по видам занятий, ч. |        |                |
|--|--|---------------------------------|---|--------|----------------|
|  |  |                                 | лекции  | практ. | самост. работа |
| Методология проведения системного анализа сложных проблем                            | 21,2                                       | 13                              | 2   | 2      | 9              |
| Основные понятия теории систем, системного анализа                                   | 19,7                                       | 12                              | 2   | 2      | 8              |
| Общесистемные законы и принципы как основа методологии проведения системного анализа | 19,7                                       | 12                              | 2   | 2      | 8              |
| Принципы и проблемы управления сложными системами                                    | 19,7                                       | 12                              | 2   | 2      | 8              |
| Методы и модели системного анализа   | 19,7                                       | 12                              | 2   | 2      | 8              |
| Всего  | 100  | 61                              | 10  | 10     | 41             |

**Рекомендации по работе с литературой, конспектами лекций и учебно-методическими изданиями**

Регулярная проработка записей лекций с обязательным привлечением литературы расширяет кругозор студента и позволяет ему уяснить нюансы и детали изучаемой дисциплины. Перед выполнением практических занятий следует повторить материал соответствующей лекции, изучить теоретическую часть методических указаний к данной практической или лабораторной работе.

При работе с конспектом, следует прочитать материал, обращая внимание на определение понятий, этапов планирования, ведение расчетов, вычлняя логику их выполнения. Затем сформулировать возникшие вопросы (лучше письменно), чтобы, воспользовавшись рекомендованной литературой, ответить на них. Если ответ на вопрос не найден, следует обсудить его на консультации с преподавателем.

#### **Рекомендации по подготовке к практическим занятиям, составлению докладов, выступлений и выполнению других видов учебной работы**

Более глубокому усвоению знаний и умений способствует выполнение практических работ.

Перед выполнением практических занятий следует повторить материал соответствующей лекции и изучить теоретическую часть методических указаний к данной практической работе. Во время практических занятий следует выполнять учебные задания с максимальной степенью активности.

### **9 . Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническая база обеспечивается наличием:

- лекционных аудиторий с современными средствами демонстрации;
- оборудования для оснащения междисциплинарных, межкафедральных, межфакультетских лабораторий, в том числе современного, высокотехнологичного оборудования, обеспечивающего реализацию ОПОП ВО с учетом направленности подготовки: Научно-исследовательская лаборатория теории управления и системного анализа (междисциплинарная), Учебно-научная лаборатория автоматизации технологических процессов (междисциплинарная), Лаборатория управления безопасностью и надежностью сложных систем (междисциплинарная);

- вычислительного и телекоммуникационного оборудования и программных средств, необходимых для реализации ОПОП ВО и обеспечения физического доступа к информационным сетям, используемым в образовательном процессе и научно-исследовательской деятельности: серверы: CPU IntelXenon E3-1240 V3 3.4GHz/4core/1+8Mb/80W/5GT ASUS P9D-C /4L LGA1150 / PCI-E SVGA 4xGbLAN SATA ATX 4DDR-III HDD 3 Tb SATA 6Gb/s SeagataConstellation CS 3,5” 7200rpm 64 MbCrucia<CT102472BD160B> DDR-III DIMM 2x8Gb <ST3000NC002> CL11; компьютерная техника: IntelCore i7-4790/ASUS Z97-K DDR3 ATX SATA3/Kingston DDR-III 2x4Gb 1600MHz/Segate 1Tb SATA-III/ Kingston SSD Disk 240Gb;

Программный комплекс – операционная система Microsoft Windows (№ договора ЭФ-193/0503-14, 1800 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –Microsoft Office (№ договора ЭФ-193/0503-14, 1800 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –Microsoft Project Professional (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс – операционная система Microsoft Visio Pro (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Программный комплекс –серверная операционная система Windows Server Datacenter (№ договора ЭФ-193/0503-14, 50 компьютеров, на которые распространяется право пользования)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса (лицензии 13C8-140128-132040, 500 users).

Dr.Web® Desktop Security Suite (K3) +ЦУ (АН99-VCUN-TPPJ-6k3L, 415 рабочих станций)

ESET Smart Security Business (EAV-8424791, 500 пользователей)

Пакет прикладных программ для выполнения инженерных и научных расчетов, ориентированных на работу с массивами данных - MATLAB, Simulink (Гос.контракт на основании протокола единой комиссии по размещению заказов УГАТУ №ЭА 01-271/11 от 08.12.2011 и др., до 50 мест); MATLAB Distributed Computing Server (Гос.контракт на основании протокола единой комиссии по размещению заказов УГАТУ №ЭА 01-271/11 от 08.12.2011 и др., 256 мест)

#### **10. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.