

**НАО «Казахский национальный исследовательский технический  
университет им К.И. Сатпаева»  
Институт промышленной автоматизации и цифровизации  
имени А.Буркитбаева  
Кафедра «Робототехники и технических средств автоматики»**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**«БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

**доктор философии PhD**

**по образовательной программе «8D07105 - Биомедицинская инженерия»**

на базе специальности утратившего силу Классификатора специальностей:  
6D071600– Приборостроение

1-е издание

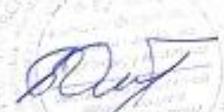
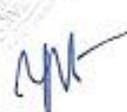
в соответствии с ГОСО высшего образования 2018 года

**Алматы 2020**

|              |  |                         |                  |
|--------------|--|-------------------------|------------------|
| Разработано: | Рассмотрено: заседание УС<br>Института | Утверждено: УМС КазННТУ | Страница 1 из 27 |
|--------------|--|-------------------------|------------------|

Программа составлена и подписана сторонами:

от КазНИТУ имени К.И. Сатпаева:

1. Заведующий кафедрой «Робототехника и технические средства автоматизации» (РТиТСА), кандидат технических наук  К.А. Ожикенов
2. Директор Института промышленной автоматизации и цифровизации имени А. Буркитбаева (ИПАиЦ), PhD  Б.О. Омарбеков
3. Председатель учебно-методической группы кафедры РТиТСА, PhD, ассоциированный профессор  Ж.Р. Уалиев

От работодателей:

Директор ТОО «MedRemZavodHolding» А.К. Джумагулов

Заместитель директора по ИиИТ ТОО «Корпорация Сайман» Байбеков К.И.

Утверждена на заседании Учебно-методического совета Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева, (протокол №3 от 19.12.2018 г.)

**Квалификация:**

Уровень 8 Национальной рамки квалификаций:

8D07 Инженерия и инженерное дело (докторантура)

8D071 Биомедицинская инженерия

**Профессиональные компетенции:** в области методологии научных исследований; в области научной и научно-педагогической деятельности в высших учебных заведениях; в вопросах современных образовательных технологий; в выполнении научных проектов и исследований в профессиональной области; в использовании современных методов и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках; в области планирования и решения задачи собственного профессионального и личностного развития.

## Краткое описание программы:

### 1. Цели

подготовка высококвалифицированного специалиста в науки, способного формировать в будущем собственное научное направление;

подготовка научно-педагогического кадра к деятельности по постоянному самосовершенствованию и саморазвитию, овладению новыми знаниями, умениями и навыками по инновационным направлениям развития биомедицинской инженерии;

подготовка докторантов к успешной карьере в области биомедицинской инженерии, частных, общественных и государственных организациях, учебных заведениях, посредством преподавания дисциплин, которые обеспечат профилирующие знания, инструментарий, умений и навыки, необходимые в конкурентной среде;

подготовка научно-педагогического кадра, на основе разнообразия и динамичности каталога элективных дисциплин учебного плана, с преобладанием практических навыков в компетенциях, способного осуществлять профессиональные функции в рамках одного и более видов деятельности на основе конечных результатов обучения, учитывающих специфику этих видов деятельности, требования рынка к организационно управленческим, профессиональным компетенциям;

подготовка научно-педагогического кадра как конкурентоспособного специалиста в области биомедицинской инженерии, отвечающей международным стандартам и позволяющей Казахстану интегрировать в мировое образовательное пространство.

### 2. Виды трудовой деятельности

- проектно-конструкторская;
- производственно-технологическая;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая;
- научно-педагогическая.

Докторант по направлению подготовки «Биомедицинская инженерия» должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с профильной направленностью докторской программы и видами профессиональной деятельности:

*проектно-конструкторская деятельность:*

- анализ состояния научно-технической проблемы и определение целей и задач проектирования биомедицинских систем на основе изучения мирового опыта;

- принятие решений по результатам расчетов по проектам и результатам технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых биомедицинских систем;

*производственно-технологическая деятельность:*

- разработка методик проведения теоретических и экспериментальных исследований по анализу, синтезу и оптимизации характеристик материалов, используемых в области биомедицинской инженерии;

- решение экономических и организационных задач технологической подготовки производства биомедицинских систем и выбор систем обеспечения экологической безопасности производства;

*научно-исследовательская деятельность:*

- построение математических моделей для анализа и оптимизации объектов исследования, выбор численного метода их моделирования или разработка нового алгоритма решения задачи;

- разработка и оптимизация натуральных экспериментальных исследований биомедицинских систем с учётом критериев их надёжности;

- подготовка научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований;

- применение результатов научно-исследовательской деятельности и использование прав на объекты интеллектуальной собственности;

*организационно-управленческая деятельность:*

- нахождение оптимальных решений при создании наукоёмкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности, безопасности жизнедеятельности, а также экологической безопасности;

- поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции;

- разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии.

- глубокие знания и понимание фундаментальных явлений в своей области науки.

*научно-педагогическая деятельность:*

- разработка программ учебных дисциплин и курсов на основе изучения педагогической, научной, технической и научно-методической литературы, а также результатов собственной профессиональной деятельности;

- постановка и модернизация отдельных лабораторных работ и практикумов по дисциплинам профессионального профиля;

- проведение учебных занятий с обучающимися, участие в организации и руководстве их практической и научно-исследовательской работы;

- применение и разработка новых образовательных технологий, включая системы компьютерного и дистанционного обучения.

### 3. Объекты профессиональной деятельности

- преподавательская деятельность в высших учебных заведениях по профилю подготовки;

- научно-исследовательская деятельность в высших учебных заведения и научных организациях по профилю подготовки;

- профессиональная деятельность в области биомедицинской инженерии, требующая кадров высшей квалификации;

- административная и организационная деятельность в высших учебных заведения и научных организациях по профилю подготовки.

## **ПАСПОРТ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

### **1 Объем и содержание программы**

Образовательная программа подготовки доктора философии (PhD) имеет научно-педагогическую направленность и предполагает фундаментальную образовательную, методологическую и исследовательскую подготовку и углубленное изучение проблем и различных процессов по соответствующим направлениям наук для системы высшего и послевузовского образования и научной сферы.

Образовательная программа подготовки доктора по профилю предполагает фундаментальную образовательную, методологическую и исследовательскую подготовку и углубленное изучение проблем и различных процессов по соответствующим направлениям науки для отраслей национальной индустрии и экономики, социальной сферы: образования, медицины, права, искусства, экономики, бизнес-администрирования и в области национальной безопасности и военного дела.

Образовательные программы докторантуры в части профессиональной подготовки разрабатываются на основе изучения опыта зарубежных вузов и научных центров, реализующих аккредитованные программы подготовки докторов PhD или докторов по профилю.

Содержание образовательной программы профильной докторантуры устанавливается ВУЗом самостоятельно.

Основным критерием завершенности образовательного процесса по подготовке докторов философии (PhD) (доктора по профилю) является освоение докторантом не менее 180 академических кредитов, включая все виды учебной и научной деятельности.

Срок обучения в докторантуре определяется объемом освоенных академических кредитов. При освоении установленного объема академических кредитов и достижении ожидаемых результатов обучения для получения степени доктора философии (PhD) или по профилю образовательная программа докторантуры считается полностью освоенной и завершенной при успешной защите докторской диссертации, подготовленной с соблюдением существующих правил.

Подготовка кадров в докторантуре осуществляется на базе образовательных программ по двум направлениям:

- 1) научно-педагогическому со сроком обучения не менее трех лет;
- 2) профильному со сроком обучения не менее трех лет.

#### **Содержание ОП**

Образовательная программа подготовки доктора по профилю состоит из циклов базовых (БД) и профилирующих дисциплин (ПД) дисциплин, которые включают дисциплины вузовского компонента (ВК) и компонентам по выбору

(КВ), практики, с указанием трудоемкости каждой учебной дисциплины в академических кредитах и часах, установленных Государственными общеобязательными стандартами высшего и послевузовского образования, утвержденными приказом МОН РК №604 от 31 октября 2018г.

Цикл БД включает изучение учебных дисциплин и прохождение профессиональной практики. Цикл ПД включает учебные дисциплины и виды профессиональных практик. Программы дисциплин и модулей циклов БД и ПД имеют междисциплинарный и мультидисциплинарный характер, обеспечивающий подготовку кадров на стыке ряда областей знаний.

Итоговая аттестация проводится в форме написания и защиты докторской диссертации.

*Задачи образовательной программы:*

- направление своей деятельности по осуществлению вклада в развитие общества, основанного на знаниях, путем предоставления образовательных программ по системе непрерывного образования;

- развитие обучающихся через научно-исследовательскую деятельность, критическое мышление, развитие профессионально-ориентированных навыков и умений;

- использование высокопрофессионального опыта обучения докторантов в различной образовательной среде;

- подготовку нового конкурентоспособного поколения технических специалистов для рынка труда;

- развитие среды, которая приветствует и поддерживает людей из разных культур, и создание атмосферы стремления к знаниям, академической интеграции и интеллектуальной мотивации;

- проведение научно-исследовательской работы, ведение образовательной деятельности, основанной на передовой мировой практике, и развитие своей школы подготовки специалистов;

- развитие сотрудничества «университет-индустрия» для соответствия требованиям рынка труда по специалистам технического профиля, для улучшения качества образовательных программ подготовки специалистов для национальной индустрии и сектора экономики и бизнеса;

- разработку дополнительных образовательных и тренинг программ с использованием мультимедийных и новых технологий преподавания для организации обучения по принципу обучения по всей жизни;

- установление партнерства с другими университетами, организациями с целью улучшения качества образования, для поддержки технических и культурных связей.

## **2 Требования для поступающих**

В докторантуру принимаются лица, имеющие степень "магистр" и стаж работы не менее 1 (одного) года или завершившие обучение в резидентуре.

Зачисление в число докторантов осуществляется приемными комиссиями ВУЗов и научных организаций по итогам вступительного экзамена по группам образовательных программ докторантуры и сертификата, подтверждающего владение иностранным языком в соответствии с общеевропейскими компетенциями (стандартами).

При зачислении в вузы докторанты самостоятельно выбирают образовательную программу из соответствующей группы образовательных программ.

Зачисление лиц на целевую подготовку докторов философии (PhD) по государственному образовательному заказу осуществляется на конкурсной основе.

Порядок приема граждан в докторантуру устанавливается в соответствии с «Типовыми правилами приема на обучение в организации образования, реализующие образовательные программы послевузовского образования».

Формирование контингента докторантов, осуществляется посредством размещения государственного образовательного заказа на подготовку научных и педагогических кадров, а также при оплате обучения за счет собственных средств граждан и иных источников. Гражданам Республики Казахстан государство обеспечивает предоставление права на получение на конкурсной основе в соответствии с государственным образовательным заказом бесплатного послевузовского образования, если образование этого уровня они получают впервые.

На «входе» докторант должен иметь все пререквизиты, необходимые для освоения соответствующей профессиональной учебной программы докторантуры. Перечень необходимых пререквизитов определяется высшим учебным заведением самостоятельно.

При отсутствии необходимых пререквизитов докторанту разрешается их освоить на платной основе. В данном случае обучение в докторантуре начинается после полного освоения докторантом пререквизитов.

## **3 Требования для завершения обучения и получение диплома**

Лицам, освоившим образовательную программу докторантуры и защитившим докторскую диссертацию, при положительном решении диссертационных советов ВУЗов с особым статусом или Комитета по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан по результатам проведенной экспертизы, присуждается степень доктора философии (PhD) или доктора по профилю и выдается диплом государственного образца с приложением (транскрипт).

Лица, получившие степень доктора PhD, для углубления научных знаний, решения научных и прикладных задач по специализированной теме выполняет постдокторскую программу или проводят научные исследования под руководством ведущего ученого выбранного ВУЗа.

### 3.1 Требования к ключевым компетенциям выпускников докторантуры:

#### 1) *иметь представление:*

- об основных этапах развития и смене парадигм в эволюции науки;
- о предметной, мировоззренческой и методологической специфике естественных (социальных, гуманитарных, экономических) наук;
- о научных школах соответствующей отрасли знаний, их теоретических и практических разработках;
- о научных концепциях мировой и казахстанской науки в соответствующей области;
- о механизме внедрения научных разработок в практическую деятельность;
- о нормах взаимодействия в научном сообществе;
- о педагогической и научной этике ученого-исследователя;

#### 2) *знать и понимать:*

- современные тенденции, направления и закономерности развития отечественной науки в условиях глобализации и интернационализации;
- методологию научного познания;
- достижения мировой и казахстанской науки в соответствующей области;
- (осознавать и принимать) социальную ответственность науки и образования;
- в совершенстве иностранный язык для осуществления научной коммуникации и международного сотрудничества;

#### 3) *уметь:*

- организовывать, планировать и реализовывать процесс научных исследований;
- анализировать, оценивать и сравнивать различные теоретические концепции в области исследования и делать выводы;
- анализировать и обрабатывать информацию из различных источников;
- проводить самостоятельное научное исследование, характеризующееся академической целостностью, на основе современных теорий и методов анализа;
- генерировать собственные новые научные идеи, сообщать свои знания и идеи научному сообществу, расширяя границы научного познания;
- выбирать и эффективно использовать современную методологию исследования;
- планировать и прогнозировать свое дальнейшее профессиональное развитие;

#### 4) *иметь навыки:*

- критического анализа, оценки и сравнения различных научных теорий и идей;
  - аналитической и экспериментальной научной деятельности;
  - планирования и прогнозирования результатов исследования;
  - ораторского искусства и публичного выступления на международных научных форумах, конференциях и семинарах;
  - научного письма и научной коммуникации;
  - планирования, координирования и реализации процессов научных исследований;
  - системного понимания области изучения и демонстрировать качественность и результативность выбранных научных методов;
  - участия в научных мероприятиях, фундаментальных научных отечественных и международных проектах;
  - лидерского управления и руководства коллективом;
  - ответственного и творческого отношения к научной и научно-педагогической деятельности;
  - проведения патентного поиска и опыта передачи научной информации с использованием современных информационных и инновационных технологий;
  - защиты интеллектуальных прав собственности на научные открытия и разработки;
  - свободного общения на иностранном языке;
- 5) *быть компетентным:*
- в области научной и научно-педагогической деятельности в условиях быстрого обновления и роста информационных потоков;
  - в проведении теоретических и экспериментальных научных исследований;
  - в постановке и решении теоретических и прикладных задач в научном исследовании;
  - в проведении профессионального и всестороннего анализа проблем в соответствующей области;
  - в вопросах межличностного общения и управления человеческими ресурсами;
  - в вопросах вузовской подготовки специалистов;
  - в проведении экспертизы научных проектов и исследований;
  - в обеспечении постоянного профессионального роста.

### 3.2 Требования к НИРД обучающегося по программе доктора философии (PhD):

- 1) соответствие основной проблематике образовательной программы докторантуры, по которой защищается докторская диссертация;
- 2) актуальна и содержит научную новизну и практическую значимость;
- 3) основывается на современных теоретических, методических и технологических достижениях науки и практики;

4) базируется на современных методах обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий;

5) выполняется с использованием современных методов научных исследований;

б) содержит научно-исследовательские (методические, практические) разделы по основным защищаемым положениям.

### 3.3 Требования к организации практик:

Практика проводится с целью формирования практических навыков научной, научно-педагогической и профессиональной деятельности.

Образовательная программа докторантуры включает:

1) педагогическую и исследовательскую практику – для обучающихся по программе доктора философии;

2) производственную практику – для обучающихся по программе профильной докторантуры.

В период педагогической практики докторанты при необходимости привлекаются к проведению занятий в бакалавриате и магистратуре.

Исследовательская практика докторанта проводится с целью изучения новейших теоретических, методологических и технологических достижений отечественной и зарубежной науки, а также закрепления практических навыков, применения современных методов научных исследований, обработки и интерпретации экспериментальных данных в диссертационном исследовании.

Производственная практика докторанта проводится с целью закрепления теоретических знаний, полученных в процессе обучения, и повышения профессионального уровня.

Содержание исследовательской и производственной практик определяется темой докторской диссертации.

## 4 Рабочий учебный план образовательной программы

### 4.1. Срок обучения 3 года

#### МОДУЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Образовательная программа 8D07105 - Биомедицинская инженерия

Форма обучения: *дневная*

Срок обучения: *3 года*

Академическая степень: *доктор философии*

| Цикл дисц.   | Код дисц. | Наименование дисциплин   | Семестр | Академ. кред. | лек. | лаб. | практика | СРО | Вид контроля | Кафедра |
|--|-----------|--|---------|---------------|------|------|----------|-----|--------------|---------|
| <b>Модуль профильной подготовки (12 кредитов)</b>                  |           |  |         |               |      |      |          |     |              |         |
| <b>Вузовский компонент</b>   |           |  |         |               |      |      |          |     |              |         |
| БД 1.2.1   | LNG304    | Академическое письмо   | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | АЯ      |
| БД 1.2.2   | MET321    | Методы научных исследований  | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | МПТТСМ  |
| <b>Модуль робототехнических и мехатронных систем (18 кредитов)</b> |           |  |         |               |      |      |          |     |              |         |
| <b>Компонент по выбору</b>   |           |  |         |               |      |      |          |     |              |         |
| БД 1.2.3   | ROB316    | Автоматизированные системы обработки биомедицинских информации   | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | РТиТСА  |
| БД 1.2.3.1   | ROB310    | Методы очувствления робототехнических и мехатронных систем   | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | РТиТСА  |
| ПД 1.3.1   | ROB313    | Биомедицинские интеллектуальные системы  | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | РТиТСА  |
| ПД 1.3.1.1   | ROB306    | Интеллектуальное управление робототехнических систем   | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | РТиТСА  |
| ПД 1.3.2   | ROB315    | Проектирование технических средств для съема, обработки и анализа  | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | РТиТСА  |
| ПД 1.3.2.1   | ROB317    | Проектирование современных человекоподобных роботов  | 1       | 6             | 2    | 0    | 1        | 3   | Экзамен      | РТиТСА  |
| <b>Практико-ориентированный модуль (20 кредитов)</b>               |           |  |         |               |      |      |          |     |              |         |
| БД 1.2.4   | AAP350    | Педагогическая практика  | 2       | 10            | 0    | 0    | 0        |     | Отчет        | РТиТСА  |
| ПД 2.3.3   | AAP349    | Исследовательская практика   | 3       | 10            | 0    | 0    | 0        |     | Отчет        | РТиТСА  |
| <b>Научно-исследовательский модуль (123 кредита)</b>               |           |  |         |               |      |      |          |     |              |         |
| НИРД   | AAP345    | Научно-исследовательская работа докторанта, включая прохождения стажировки и выполнение докторской диссертации | 2       | 24            |      |      |          |     | Отчет        | РТиТСА  |
| НИРД   | AAP345    | Научно-исследовательская работа докторанта, включая прохождения стажировки и выполнение докторской диссертации | 3       | 24            |      |      |          |     | Отчет        | РТиТСА  |
| НИРД   | AAP346    | Научно-исследовательская работа докторанта, включая прохождения стажировки и выполнение докторской диссертации | 4       | 25            |      |      |          |     | Отчет        | РТиТСА  |
| НИРД   | AAP346    | Научно-исследовательская работа докторанта, включая прохождения  | 5       | 25            |      |      |          |     |              |         |

|   |        |  |   |            |  |  |  |                    |        |
|---|--------|--|---|------------|--|--|--|--------------------|--------|
|   |        | стажировки и выполнение докторской диссертации   |   |            |  |  |  |                    |        |
| НИРД  | ААР346 | Научно-исследовательская работа докторанта, включая прохождения стажировки и выполнение докторской диссертации | 6 | 25         |  |  |  | Отчет              | РТиТСА |
| <b>Модуль итоговой аттестации (12 кредитов)</b> |        |  |   |            |  |  |  |                    |        |
| ИА  | ЕСА303 | Оформление и защита докторской диссертации   | 6 | 12         |  |  |  | Защита диссертации | РТиТСА |
| <b>Всего кредитов</b>                           |        |  |   | <b>185</b> |  |  |  |                    |        |

## 5 Дескрипторы уровня и объема знаний, умений, навыков и компетенций

Дескрипторы третьего уровня в рамках Всеобъемлющей рамки квалификаций Европейского пространства высшего образования (РК-ЕПВО) отражают результаты обучения, характеризующие способности обучающегося:

1) демонстрировать системное понимание области изучения, овладение навыками и методами исследования, используемыми в данной области биомедицинской инженерии;

2) демонстрировать способность мыслить, проектировать, внедрять и адаптировать существенный процесс исследований с научным подходом;

3) вносить вклад собственными оригинальными исследованиями в расширение границ научной области, которые заслуживает публикации на национальном или международном уровне;

4) критически анализировать, оценивать и синтезировать новые и сложные идеи;

5) сообщать свои знания и достижения коллегам, научному сообществу и широкой общественности;

6) содействовать продвижению в академическом и профессиональном контексте технологического, социального или культурного развития общества, основанному на знаниях.

## 6 Компетенции по завершению обучения

| <b>Общечеловеческие, социально-этические компетенции (ОСЭК)</b> |  |
|---|--|
| О-1   | Иметь представление о педагогической и научной этике ученого-исследователя   |
| О-2   | Иметь представление о нормах взаимодействия в научном сообществе   |
| О-3   | Знать и понимать методологию научного познания   |
| О-4   | Способность критически использовать методы современной науки в практической деятельности   |
| О-5   | Генерировать собственные новые научные идеи, сообщать свои знания и идеи научному сообществу, расширяя границы научного познания |
| <b>Специальные и управленческие компетенции (СУК)</b>           |  |



| Индекс дисциплины                          |  | O-1 | O-2 | O-3 | O-4 | O-5 | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | ПК-1 | ПК-2 | ПК-3 | ПК-4 | ПК-5 | ПК-6 |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| <b>Обязательный компонент</b>              |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| ROB309                                     | Методы и теория оптимизации  | x   |     | x   |     | x   | x   |     | x   | x   | x   |      |      | x    | x    | x    | x    |
| ROB311                                     | Управление в биотехнических системах   |     | x   |     | x   |     |     | x   |     |     |     | x    |      | x    | x    |      | x    |
| ROB308                                     | Управляющие системы мехатронных и робототехнических комплексов   |     |     |     | x   |     |     | x   |     |     |     | x    | x    | x    |      |      | x    |
| ROB312                                     | Автоматизированные системы обработки биомедицинской информации   |     |     |     |     |     |     |     |     | x   |     |      | x    |      | x    | x    |      |
| ROB310                                     | Методы очувствления робототехнических и мехатронных систем   |     |     |     |     | x   |     |     | x   | x   |     | x    |      | x    |      | x    | x    |
| ROB313                                     | Биомедицинские интеллектуальные системы  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x    |      |      | x    | x    | x    |
| ROB306                                     | Интеллектуальное управление робототехнических систем   |     |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x    |      |      | x    | x    | x    |
| ROB314                                     | Методы математической обработки медико-биологических данных  |     |     |     |     | x   |     |     | x   | x   |     |      | x    | x    |      | x    |      |
| ROB305                                     | Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике  |     |     |     |     |     |     |     |     |     | x   | x    | x    |      |      | x    | x    |
| ROB315                                     | Проектирование технических средств для съема, обработки и анализа биомедицинских сигналов                      |     |     |     |     | x   |     | x   | x   | x   |     | x    |      |      | x    |      | x    |
| ROB303                                     | Проектирование мехатронных систем на Matlab/Simulink   |     |     |     |     | x   |     | x   | x   | x   |     | x    |      | x    |      | x    | x    |
| <b>Государственная итоговая аттестация</b> |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| ЕСА303                                     | Написание и защита докторской диссертации  | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| <b>Дополнительные виды обучения</b>        |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| ААР345                                     | Научно-исследовательская работа докторанта, включая прохождения стажировки и выполнение докторской диссертации | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x    | x    | x    | x    | x    | x    |
| ААР346                                     |  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
| ААР350                                     | Педагогическая практика  | x   |     |     |     |     | x   |     |     |     |     |      |      |      |      |      | x    |
| ААР349                                     | Исследовательская практика   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x   | x    | x    | x    | x    | x    | x    |

## 7 Приложение к диплому по стандарту ECTS

Приложение разработано по стандартам Европейской комиссии, Совета Европы и ЮНЕСКО/СЕПЕС. Данный документ служит только для академического признания и не является официальным подтверждением документа об образовании. Без диплома о высшем образовании не действителен. Цель заполнения Европейского приложения – предоставление достаточных данных о владельце диплома, полученной им квалификации, уровне этой квалификации, содержании программы обучения, результатах, о функциональном назначении квалификации, а также информации о национальной системе образования. В модели приложения, по которой будет выполняться перевод оценок, используется европейская система трансфертов или перезачёта кредитов (ECTS).

Европейское приложение к диплому даёт возможность продолжить образование в зарубежных университетах, а также подтвердить национальное высшее образование для зарубежных работодателей. При выезде за рубеж для профессионального признания потребуется дополнительная легализация диплома об образовании. Европейское приложение к диплому заполняется на английском языке по индивидуальному запросу и выдается бесплатно.

## 8 Краткое описание курсов

Методы и теория оптимизации

КОД – ROB309

КРЕДИТ – 5

ПРЕРЕКВИЗИТ – нет

---

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Целью преподавания дисциплины является овладение докторантами методами создания и исследования оптимальных систем автоматического и автоматизированного управления как отдельными промышленными агрегатами, так и технологическими процессами производства любой степени сложности; освоение статического и динамического режимов работы автоматических систем, особенностей их функционирования и возможности использования для управления объектами в любых технических средах.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

Учебный курс «Методы и теория оптимизации» ориентирован на формирование у докторантов понимания методов построения и исследования оптимальных систем управления мехатронными и робототехническими устройствами. Общие понятия оптимизации. Системы автоматической оптимизации. Системы экстремального регулирования. Исследование динамического режима экстремальной системы. Основы теории оптимального управления. Системы оптимального управления. Критерии оптимальности. Автоматическое управление оптимальное по быстродействию. Синтез оптимального по быстродействию закона управления. Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Метод динамического программирования для решения задачи синтеза оптимального управляющего устройства. Оптимальные системы с неполной информацией об управляемом объекте. Задача синтеза оптимального по точности закона управления и ее решение методом динамического программирования. Методы разработки оптимальных законов и систем управления электрическими приводами.

### ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ КУРСА

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

знать:

теорию и основы постановки задач оптимального управления;

уметь:

понимать задачи оптимального управления, критерии оптимизации и оптимальности;

владеть:

аналитическим конструированием оптимальных регуляторов и практическими способами определения коэффициентов стабилизирующего управления.

|              |  |                         |                   |
|--------------|--|-------------------------|-------------------|
| Разработано: | Рассмотрено: заседание УС<br>Института | Утверждено: УМС КазНИТУ | Страница 16 из 27 |
|--------------|--|-------------------------|-------------------|

Управление в биотехнических системах  
КОД – ROB311  
КРЕДИТ – 5  
ПРЕРЕКВИЗИТ – нет

---

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели освоения дисциплины: формирование знаний, умений, навыков и компетенций по системам управления биотехническими системами; формирование убеждения о необходимости развития автоматических биотехнических систем для обеспечения жизнедеятельности человека; использование информационных средств, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

Содержание дисциплины: Основные понятия теории автоматического управления. Классификация систем автоматического управления. Линейные системы автоматического управления. Нелинейные системы автоматического управления. Оптимизация стратегии управления. Наблюдаемость и управляемость. Критерии качества. Пассивное и активное управление в живых системах. Биоуправление и биологическая обратная связь.

## ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ КУРСА

В результате освоения дисциплины «Управление в биотехнических системах» обучающиеся должны:

знать:

- задачи управляемого медико-биологического эксперимента, решаемые с применением современных технических средств; принципы, технические средства и методы организации медико-биологического эксперимента; способы организации сбора, обработки медико-биологической информации, контроля и управления экспериментом; техническое и программное обеспечение систем автоматизации биомедицинских исследований в физиологическом, биофизическом и нейрофизиологическом эксперименте;

уметь:

- использовать полученные знания при организации медицинского эксперимента с применением технических средств; эффективно организовать обработку и представление экспериментальных данных;

владеть:

- навыками использования типовых устройств и программ автоматизации исследований в управляемом медицинском и биологическом эксперименте.



Автоматизированные системы обработки биомедицинской информации  
КОД – РОВ  
КРЕДИТ – 5  
ПРЕРЕКВИЗИТ – нет

---

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели дисциплины. Выработка системы взглядов на правильное использование существующих математических методов и алгоритмов анализа экспериментальной информации различной физической природы в медико-биологической практике.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

Живой объект как источник измерительной информации. Характеристика медико-биологической информации. Биологические сигналы и их свойства. Математические модели биосигналов. Теория анализа сигналов. Аналитические соотношения оптимальной обработки многомерных сигналов. Цифровая обработка изображений. Математические основы распознавания образов. Обработка, идентификация и синтез речевых сигналов. Проблемно-ориентированные программные системы в медико-биологической практике. Виды обеспечений медико-биологических исследований. Проблемно-ориентированные языки. Показатели качества программной системы. Программные средства обработки диагностической информации в реальном масштабе времени. Комплексы для сбора, анализа, обработки и хранения медико-биологической информации; базы данных и знаний, системы прогнозирования и принятия решений, программные средства систем медико-технического обеспечения лечебно-профилактических учреждений.

## ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ КУРСА

В результате освоения дисциплины, обучающиеся должны:

знать:

- способы представления экспериментальной информации; математические модели, лежащие в основе различных способов обработки и анализа информации; методы и алгоритмы оценки информативности параметров, описывающих изучаемые процессы, явления и объекты; методы и алгоритмы упорядочения информации в зависимости от выбранных критериев и целей исследования;

уметь:

- проводить оценку статистических свойств таблиц экспериментальных данных; формировать совокупности алфавитов, описывающих изучаемые явления; правильно и обоснованно выбирать методы описания исходных данных, а также методы и алгоритмы их анализа, адекватные целям исследования;

владеть:

- практическими навыками автоматизации обработки и анализа медико-биологических данных.

Биомедицинские интеллектуальные системы

КОД – ROB313

КРЕДИТ – 5

ПРЕРЕКВИЗИТ – нет

---

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Целью изучения дисциплины является подготовка магистрантов к участию в проектировании устройств, приборов, систем и комплексов с применением современных интеллектуальных технологий обработки и анализа сигналов и данных.

Основными задачами изучения дисциплины являются формирование общих представлений и знаний о моделях и методах обработки знаний по объектам конструкторско-технологического проектирования, о методах и средствах обработки текстов на естественных языках, о методах и средствах формального представления, хранения и обработки знаний, о методах автоматического формирования логических выводов, о методах и средствах машинного обучения, о аппаратных средствах реализации перспективных вычислительных систем, о теории и практики нейронных сетей.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

Центральные задачи искусственного интеллекта. Функциональная структура использования систем искусственного интеллекта. Решение задач методом поиска в пространстве состояний. Решение задач методом редукции. Решение задач дедуктивного выбора. Решения задач, использующие немонотонные логики, вероятностные логики Представление знаний в интеллектуальных системах Особенности знаний. Переход от Базы Данных к Базе Знаний. Продукционные системы. Компоненты продукционных систем. Стратегии решений организации поиска. Логический подход. Представление простых фактов в логических системах. Особенности планирования целенаправленных действий. Оценка сложности задачи планирования. Экспертные системы. Интерфейс с конечным пользователем. Представление знаний в ЭС. Нечеткие множества и нечеткая логика. Нечеткие алгоритмы. Методы нечеткого логического вывода. Методы дефаззификации. Методы работы со знаниями Системы приобретения знаний от экспертов. Формализация качественных знаний. Системы понимания естественного языка Предпосылки возникновения систем понимания естественного языка.

## ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ КУРСА

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- модели и методы обработки знаний;
- архитектуры и принципы построения и эксплуатации СУБЗ и баз знаний;

- основные пакеты математической обработки сигналов, способы инсталляции и возможности
- архитектуру экспертных систем
- архитектуры и принципы реализации вычислительных систем в ключевой логике
- модели нейронных сетей
- алгоритмы обучения нейронных сетей (НС).

уметь:

- применять технологии решения задач в экспертных системах;
- применять методы моделирования правдоподобных рассуждений;
- реализовывать процедуры поиска новых технических решений по базам знаний
- разрабатывать компоненты систем искусственного интеллекта
- проводить анализ и обоснование выбора аппаратного и программного обеспечения систем искусственного интеллекта
- анализировать элементную базу аппаратного обеспечения систем искусственного интеллекта
- применять нейросетевые технологии для обработки конструкторско-технологической информации
- применять нейронные сети для решения задач аппроксимации функций и прогноза временных рядов.

владеть:

- методами разработки экспертных систем
- методами обработки декларативных знаний
- методами разработки подсистем принятия решения для систем информационного сопровождения жизненного цикла ЭС
- методами синтеза эффективных алгоритмов обучения НС
- методами синтеза эффективных топологий НС
- методами обеспечения устойчивости и качества работы НС
- опытом работы в коллективе для решения глобальных проблем



Методы математической обработки медико-биологических данных  
КОД – ROB314  
КРЕДИТ – 5  
ПРЕРЕКВИЗИТ – нет

---

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цель курса состоит в том, чтобы формировать у обучающегося системы взглядов на правильное использование существующих математических методов и алгоритмов анализа экспериментальной информации различной физической природы.

Задачи изучения дисциплины: сформировать общее представление о содержании, задачах и методах научно обоснованных оценок результатов измерений в области медико-биологических исследований. В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить: основные способы обработки сигналов; особенности корреляционного и спектрального анализа сигналов; прикладные аспекты статистического анализа данных; методы анализа числовых данных; методы исследования многомерных данных; основные направления и перспективы совершенствования вычислительных систем анализа данных.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

Характеристика и модели данных. Типы переменных. Номинальная шкала. Бинарные признаки. Шкала рангов. Интервальная шкала. Шкала отношений. Статистические методы анализа данных. Основные статистические показатели таблиц экспериментальных данных (ТЭД). Предварительная обработка. Заполнение пропусков и удаление артефактов в ТЭД. Основные положения кластерного анализа. Понятие кластера. Поливариантность результатов. Расстояния между кластерами. Сферические кластеры с одинаковым радиусом. Фиксированное количество сферических кластеров. Алгоритм динамических сгущений при заданном числе классов. Алгоритм Мак-Кина. Метод одиночной связи. Алгоритмы разделения на кластеры. Последовательная дихотомизация. Кратчайший незамкнутый путь. Алгоритм «КРАБ». Использование плотностей распределения. Нейронные сети в задачах классификации биомедицинских данных. Нечеткие множества и нечеткая логика принятия решений. Обобщенный ряд Фурье. Вейвлет преобразование. Преобразования Радемахера, Уолша, Адамара, Хаара.

## ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ КУРСА

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:  
знать:

- основные современные математические методы интеллектуальной обработки биомедицинских сигналов и изображений;

- основные понятия и современные принципы работы с биомедицинской информацией, а также иметь представление о корпоративных медицинских информационных системах и базах данных;

уметь:

- решать прикладные математические задачи, используемые при интеллектуальной обработке биомедицинских сигналов и изображений;

- обрабатывать эмпирические и экспериментальные биомедицинские данные;

- применять методы и средства биоинформационных технологий для решения задач интеллектуальной обработки биомедицинских сигналов и изображений;

владеть:

- математическими, статистическими и количественными методами решения задач интеллектуальной обработки биомедицинских сигналов и изображений;

- программным обеспечением для работы с медицинской информацией;

- навыками использования профессиональной терминологии в сфере современных методов интеллектуальной обработки биомедицинских данных.

Проектирование технических средств для съема, обработки и анализа биомедицинских сигналов

КОД – ROB315

КРЕДИТ – 5

ПРЕРЕКВИЗИТ – нет

---

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСА

Цели и задачи дисциплины: знакомство обучающихся с актуальными проблемами и перспективными направлениями в проектировании технических средств для съема, обработки и анализа биомедицинских сигналов современными методами автоматизированного проектирования (САПР), приобретении практических навыков решения современных задач проектирования.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КУРСА

Общие вопросы проектирования медицинской диагностической аппаратуры (МДА). Этапы разработки МДА. Условия эксплуатации и требования к МДА. Стандартизация разработки МДА и выпуска конструкторской документации. Понятие о ЕСКД. Конструкторская и схемная документация Основы САПР МДА. Методы и алгоритмы компоновки, размещения и трассировки печатных плат при конструировании МДА. Конструирование и технология производства электронных компонентов. Проектирование и расчет печатных плат. Обеспечение защиты МДА от внешних и паразитных воздействий.

## ЗНАНИЯ, УМЕНИЯ, НАВЫКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ КУРСА

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- этапы процесса проектирования и производства медицинской аппаратуры;
- основные принципы конструирования;
- состав конструкторской документации;
- требования, предъявляемые к конструкции изделия, обеспечивающие надежность, помехозащищенность, тепловой режим и защиту от внешних воздействий;
- основные понятия САПР, типовые пакеты прикладных программ, применяемые при проектировании; показатели технологичности конструкции; типовые и специальные технологические процессы приборостроения;
- основы построения и оснащения технологических процессов изготовления, сборки, контроля и испытаний медицинской аппаратуры;
- методы механизации и автоматизации производственных процессов, пути стандартизации и унификации технологических процессов;
- состав технологической документации.

уметь:

- выбирать материалы и форму изделия и его элементов;

- разрабатывать технологические процессы их изготовления, сборки и электрического монтажа;
  - обеспечивать помехозащищенность, нормальный тепловой режим и способность конструкции противостоять внешним воздействиям;
  - рассчитывать основные конструкторские и технологические характеристики изделия;
  - пользоваться автоматизированными системами конструкторского и технологического проектирования;
  - разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию.
- владеть:
- навыками разработки технологических процессов изготовления, сборки и электрического монтажа медицинской аппаратуры;
  - основными методами расчета конструкторских и технологических характеристик изделия;
  - основными методами САПР.

Написание и защита докторской диссертации  
КОД – ЕСА302  
КРЕДИТ –12

Целью выполнения докторской диссертации является оценка научно-теоретического и исследовательско-аналитического уровня докторанта, сформированных профессиональных и управленческих компетенций, готовности к самостоятельному выполнению профессиональных задач и соответствие его подготовки требованиям профессионального стандарта и образовательной программы докторантуры.

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Докторская диссертация -научная работа докторанта, представляющая собой самостоятельное исследование, в которой разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение, или решена научная проблема, либо изложены научно обоснованные технические, экономические или технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики страны.

Докторская диссертация – итог научно-исследовательской /экспериментально-исследовательской работы докторанта, проводившейся в течение всего периода обучения докторанта.

Защита докторской диссертации является заключительным этапом подготовки магистра. Магистерская диссертация должна соответствовать следующим требованиям:

- Тема диссертации должна быть связана с приоритетными направлениями развития науки и/или государственным программами либо программами фундаментальных или прикладных исследований.
- Содержание диссертации, поставленные цели и задачи, полученные научные результаты должны строго соответствовать теме диссертации.
- Диссертация выполняется с соблюдением принципов самостоятельности, внутреннего единства, научной новизны, достоверности и практической ценности.

## Содержание

- 1 Объем и содержания программы
- 2 Требования для поступающих
- 3 Требования для завершения обучения и получение диплома
  - 3.1 Требования к ключевым компетенциям выпускников докторантуры
  - 3.2 Требования к НИРД обучающегося по программе доктора философии
  - 3.3 Требования к организации практик
- 4 Рабочий учебный план образовательной программы
- 5 Дескрипторы уровня и объема знаний, умений, навыков и компетенций
- 6 Компетенции по завершению обучения**
- 7 Приложение к диплому по стандарту ECTS

**РЕЦЕНЗИЯ**  
на образовательную программу  
«8D07105 Биомедицинская инженерия»

Содержание образовательной программы докторантуры разработано на основе принципов непрерывности и преемственности с предыдущим уровнем образования - магистратура. Все дисциплины являются логическим продолжением дисциплин магистратуры, их содержание носит более углубленный характер.

Структура образовательной программы докторантуры содержит две равнозначные компоненты: образовательную и научную, определяющие содержание образования, и отражает их соотношение, измерение и учет и формируется из различных видов учебной, научно-исследовательской работы докторанта, исследовательской педагогической практики, определяющих содержание образования, отражает их соотношение, измерение и учет.

Продолжительность освоения образовательной программы докторантуры составляет 3 года.

Образовательная программа докторантов ориентирована на реализацию компетентностного подхода в обучении. В структуре образовательная программа учитывается наличие обязательных компонентов типового учебного плана государственного общеобязательного стандарта образования РК.

Программа обеспечивает изучение и исследование всех видов современных информационно-измерительных систем и комплексов.

Программа обеспечивает докторантам возможность проходить стажировку за рубежом и проводить различные исследовательские работы. Развивает у докторантов способности к пониманию современных достижений в области проблем развития приборостроения.

Директор ТОО «MedRemZavod Holding»



Джумагулов А.К.

|              |  |                         |                   |
|--------------|--|-------------------------|-------------------|
| Разработано: | Рассмотрено: заседание УС<br>Института | Утверждено: УМС КазННТУ | Страница 27 из 27 |
|--------------|--|-------------------------|-------------------|