

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Теория сложности

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия
Профиль подготовки: Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

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

Программу дисциплины разработал(а)(и): заместитель директора центра Кокунин П.А. (Научно-исследовательский центр Центр превосходства Специальная робототехника и искусственный интеллект, Институт вычислительной математики и информационных технологий), PAKokunin@kpfu.ru

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

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- необходимость в построении эффективных алгоритмов,
- роль абстрактных структур данных при построении алгоритмов,
- как выбор структуры данных влияет на сложность реализации задачи;
- основные структуры данных

Должен уметь:

- ориентироваться в существующих методах анализа временной и ёмкостной сложностей алгоритмов и методах эффективных алгоритмов,
- сравнивать различные способы реализации по сложности,
- работать с динамическими структурами данных

Должен владеть:

- теоретическими знаниями о методах анализа и проектирования алгоритмов

Должен демонстрировать способность и готовность:

- приобрести навыки эффективной реализации задач, требующих создания сложных структур данных,
- умения разбивать сложную задачу на составные части, анализировать связи между различными частями, использовать объектно-ориентированный подход

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.15 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.04 "Программная инженерия (Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

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

Самостоятельная работа - 18 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 18 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1	Тема 1. Статистические и динамические меры								

СЛОЖНОСТИ

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
2.	Тема 2. Математические основы анализа алгоритмов	5	3	0	3	0	0	0	3
3.	Тема 3. Вычислительные модели. Классы сложности	5	4	0	4	0	0	0	3
4.	Тема 4. Методы разработки алгоритмов	5	4	0	4	0	0	0	2
5.	Тема 5. P и NP-полнота	5	4	0	4	0	0	0	7
	Итого		18	0	18	0	0	0	18

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Статистические и динамические меры сложности

Основы теории алгоритмов. Машины Тьюринга. Временная и пространственная сложности. Модели вычислений и меры сложности. Комбинационная сложность функций. Нижние и верхние оценки комбинационной сложности булевых функций. Конечные автоматы. Оценки сложности дескрипторных функций. Машины Тьюринга; тезис Тьюринга-Черча. Универсальные машины Тьюринга. Примеры алгоритмически неразрешимых проблем. Меры вычислительной сложности алгоритмов. Соотношения между памятью и временем для одноленточной машины Тьюринга. Многоленточные машины Тьюринга. Моделирование многоленточных машин Тьюринга одноленточными. Взаимосвязь мер сложности для разных типов машин Тьюринга. Расширенный тезис Тьюринга-Черча.

Тема 2. Математические основы анализа алгоритмов

Математические основы анализа алгоритмов: скорость роста функций, анализ рекурсивных программ, решение рекуррентных соотношений Стеки, очереди, деки. Способы представления. Операции над ними.

Тема 3. Вычислительные модели. Классы сложности

Сложновычислимые функции. Теорема Цейтина о существовании сложновычислимых функций. Теорема Рабина о существовании сложновычислимых функций. Связь между временной и пространственной сложностью вычислений. Связь между временной и схемной сложностью вычислений. Классы сложности. Иерархия классов сложности.

Тема 4. Методы разработки алгоритмов

Методы разработки алгоритмов. Алгоритм "Разделяй и властвуй". Динамическое программирование. Жадные алгоритмы. Переборные алгоритмы. Поиск с возвратом. Алгоритмы локального поиска.

Тема 5. P и NP-полнота

Класс P. Полиномиальная сводимость. Элементарные свойства полиномиальной сводимости. Классы сложности: LSPACE, P, NP, PSPACE. Полиномиальная сводимость. P и NP-полные задачи. Открытые проблемы. Класс P. Полиномиальная сводимость. Элементарные свойства полиномиальной сводимости. Теорема Кука об NP - полноте языка SAT

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

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

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

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

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

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

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

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

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

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

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

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

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

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

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

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

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

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

Журнал - http://www.creativeconomy.ru/mag_rp/

Журнал - http://www.basw-ngo.by/page.php?issue_id=2855

Правительство РФ - <http://government.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционные занятия проходят в интерактивной форме, предполагающей вовлечение обучающихся в обсуждение всех предложенных тем. Применяются такие формы лекционных занятий как лекция-презентация, лекция-дискуссия, проблемная лекция, видео-лекция. Студенты активно участвуют в конструировании знаний во время круглых столов, дискуссионных площадок.
практические занятия	Практические занятия, семинары являются одной из основных форм образовательного процесса, ориентированной на усвоение студентами теоретического материала и выработку практических компетенций. Основной целью практических занятий является комплексный контроль усвоения пройденного материала, хода выполнения студентами самостоятельной работы и рассмотрение наиболее сложных и спорных вопросов в рамках темы занятия. Подготовка к семинарам предполагает самостоятельную работу студентов по изучению материала по конкретной теме.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа преследует цель закрепить, углубить и расширить знания, полученные студентами в ходе аудиторных занятий, а также сформировать навыки работы с научной, учебной и учебно-методической литературой, развивать творческое, продуктивное мышление обучающихся, их креативные качества, формирование общекультурных и профессиональных компетенций.
экзамен	Экзамен проводится в письменной форме. В билет включаются тестовые вопросы, открытые вопросы и задачи из перечня вопросов для подготовки к экзамену. Студенту дается 180 минут для выполнения своего варианта экзаменационного задания. По завершению основной части экзамена обучающийся может добрать необходимые баллы в ходе устного опроса студента преподавателем.

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

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

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

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

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

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

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

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

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

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.04 "Программная инженерия" и профилю подготовки "Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Штейнберг, Б. Я. Алгоритмы решения систем линейных уравнений с блочно-ленточными матрицами : монография / Б. Я. Штейнберг, О. Б. Штейнберг. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. - 138 с. - ISBN 978-5-9275-4061-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2132246> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Редькин, Н. П. Дискретная математика / Н.П. Редькин. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 264 с. ISBN 978-5-9221-1093-8, 700 экз. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/208908> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Быкова, В. В. Теоретические основы анализа параметризованных алгоритмов : монография / В. В. Быкова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 180 с. - ISBN 978-5-7638-2488-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441165> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Гупал, В. М. Методы распознавания сложных систем. Байесовская процедура - оптимальная процедура распознавания : монография / В. М. Гупал. - Москва : Компания Спутник+, 2005. - 78 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/358812> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
2. Пантина, И. В. Вычислительная математика : учебник / И. В. Пантина, А. В. Синчуков. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : МФПУ Синергия, 2012. - 176 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0064-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/451160> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: по подписке.
3. Шоломов, Л. А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств : учебное пособие / Л. А. Шоломов. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-1197-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210638> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Асанов, М. О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы : учебное пособие / М. О. Асанов, В. А. Баранский, В. В. Расин. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 364 с. - ISBN 978-5-8114-4998-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/130477> (дата обращения: 29.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Направление подготовки: 09.03.04 - Программная инженерия

Профиль подготовки: Разработчик искусственного интеллекта и когнитивных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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

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

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

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows