

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«30» июня 2020 г.

Регистрационный № УД- 9072уч.

Высоконагруженные системы и анализ данных

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 80 03	Математика и компьютерные науки
профилизация	Компьютерная математика и системный анализ

2020 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 80 03-2019 и учебных планов: G31з-090/уч., №G31-049/уч. от 11.04.2019.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.И. Лапуцкий, старший преподаватель кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета.

Д.Н. Чергинец, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.И. Смольская, инженер-программист ООО "ПЦИ Солюшнс".

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета
(протокол № 9 от 14.05.2020);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 17.06.2020).

Зав. кафедрой дифференциальных уравнений

и системного анализа, профессор

 - В. И. Громак

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины «Высоконагруженные системы и анализ данных» является подготовка специалистов, способных использовать общие принципы проектирования архитектур веб-приложений, а также прикладные навыки программирования при построении систем, оперирующих значительными потоками данных.

Преподавание дисциплины *решает следующие задачи:*

- формирование у магистрантов способностей самостоятельно разрабатывать алгоритмы решения задач и их анализировать;
- развивать и использовать инструментальные средства, информационные среды, автоматизированные системы;
- использовать математические и компьютерные методы исследований при анализе современных естественнонаучных, экономических, социально-политических процессов;
- приобретение способностей самостоятельно расширять компьютерные знания с дальнейшим их использованием при анализе математических моделей широкого круга прикладных задач.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Дисциплина «Высоконагруженные системы и анализ данных» является дисциплиной компонента учреждения высшего образования и входит в состав **модуля** «Анализ данных».

Её преподавание тесно **связано** с дисциплиной «Машинное обучение».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Высоконагруженные системы и анализ данных» должно обеспечить формирование следующей **специализированной** компетенции:

СК-4. Быть способным эффективно использовать алгоритмы обработки данных и нейронные сети.

В результате изучения учебной дисциплины студент магистратуры должен: **знать:**

- основные подходы к построению высоконагруженных систем;
- актуальные технологии и программные средства для построения высоконагруженных приложений.

уметь:

- использовать системное мышление при проектировании архитектуры и планировании работ на проекте;
- выявлять узкие места в архитектуре и исправлять их;
- быстро применять новые знания и технологии, строить прототипы;
- самостоятельно исследовать проблему и быстро внедрять найденные

решения.

владеть:

- принципами построения архитектур высоконагруженных web-приложений;
- методами проектирования и реализаций отказоустойчивых, масштабируемых, производительных сервисов.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Высоконагруженные системы и анализ данных» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 200 часов, в том числе 72 аудиторных часа, из них: лекции – 24 часа (из них: 10 часов ДО), лабораторные занятия – 24 часа (из них: 10 часов ДО), семинарские занятия – 24 часа (из них: 10 часов ДО);

– для заочной формы получения высшего образования – 16 аудиторных часов, из них лекции – 6 часов, лабораторные занятия – 6 часов, семинарские занятия – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет и экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Общие принципы построения архитектуры web-системы.

Классификация архитектур. Принципы построения архитектуры. Специфика баз данных. Выбор технологий. Создание оценки проекта.

Тема 2. Обзор и сравнительный анализ баз данных.

Классификация баз данных. Способы распределения данных. CAP теорема и ее вариации. NoSQL базы данных. Работа с геоданными.

Тема 3. Дизайн распределенных web-систем.

Основные свойства, решаемые проблемы. Обзор CDN, DNS, TCP/IP, Sockets, HTTP/2, REST, RPC, gRPC, AMQP, MQTT.

Тема 4. Паттерны распределенных web-систем.

CQRS, Circuit Breaker, Saga, Sidecar, Serverless approach, availability patterns, Feature Toggles, Event-Driven Design, DDD, Evolutionary Architectures.

Тема 5. Микросервисная архитектура.

Принципы построения микросервисной архитектуры. Структура web-приложения. Spring Framework (Boot, MVC, Data, Security, Cloud). ORM (Hibernate). JPA. Сборщики проектов Maven, Gradle. Service Discovery, Circuit Breaker, Intelligent Routing, Client Side Load Balancing.

Тема 6. Реактивное программирование.

Reactive Manifesto, Actor model, Akka, Vert.x, ReactiveX.

Тема 7. Распределенная обработка данных.

Общие паттерны распределенной обработки данных. Принципы организации данных. MapReduce. Dataflow model. Apache Storm. Spark.

Тема 8. Виртуализация, контейнеризация.

Docker. Kubernetes.

Тема 9. Непрерывная интеграция.

Принципы непрерывной интеграции и доставки приложений. Политика релизов. Технологии непрерывной интеграции.

Тема 10. Тестирование распределенных систем.

Модульные, интеграционное тестирование. Нагрузочные тесты. Jepsen-тестирование.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Высоконагруженные системы и анализ данных	24		24	24			
1.	Общие принципы построения архитектуры web-проекта	4		4	4			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
2.	Обзор и сравнительный анализ баз данных	2 (ДО)		4 (ДО)	4 (ДО)			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
3.	Дизайн распределенных веб-систем	4						Устный опрос
4.	Паттерны распределенных web-систем	4 (ДО)						Устный опрос
5.	Микросервисная архитектура	2		4	4			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту

6.	Реактивное программирование	2 (ДО)		2 (ДО)	2 (ДО)			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
7.	Распределенная обработка данных	2		2 (ДО)	2 (ДО)			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
8.	Виртуализация, контейнеризация	2 (ДО)		2 (ДО)	2 (ДО)			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
9.	Непрерывная интеграция			2	2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
10.	Тестирование распределенной системы	2		4	4			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Высоконагруженные системы и анализ данных	6		4	6			
1.	Общие принципы построения архитектуры web-проекта	2		2	2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
2.	Обзор и сравнительный анализ баз данных	2		2	2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, доклад на семинарском занятии, отчет по проекту
3.	Дизайн распределенных веб-систем	2			2			Отчет по лабораторной работе с устной защитой, собеседование, отчет по проекту

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Kleppmann, M. (2017). *Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
2. Tanenbaum, A. S., & Steen, M. van. (2014). *Distributed Systems: Pearson New International Edition: Principles and Paradigms (Vol. 2nd ed)*. Harlow, Essex: Pearson.
3. Coulouris, G. F. (2012). *Distributed Systems: Concepts and Design, Fifth Edition (Vol. Fifth edition, International edition)*. Harlow: Pearson Education.
4. Burns, B. (2018). *Designing Distributed Systems: Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services (Vol. First edition)*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
5. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений / М. Фаулер. – М.: Вильямс, 2006. – 544 с.
6. Фаулер М. NoSQL. Новая методология разработки нереляционных баз данных / М. Фаулер. – М.: Вильямс, 2013. – 192 с.
7. Физерс М. Эффективная работа с унаследованным кодом / М. Физерс. – М.: Вильямс, 2009. – 400 с.
8. Форд Н., Хайгард М., Де Орда Б. 97 этюдов для архитекторов программных систем / Н. Форд, М. Хайгард, Б. Де Орда. – М.: Символ, 2016. – 224 с.

Перечень дополнительной литературы

9. Лафоре, Роберт. Структуры данных и алгоритмы Java = Data Structures & Algorithms in Java / Роберт Лафоре ; [пер. с англ. Е. Матвеев]. - 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2019. - 701 с.
10. Бугаенко, Егор. Элегантные объекты. Java Edition = Elegant Objects / Егор Бугаенко ; [пер. с англ. К. Русецкого]. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018. - 239 с.
11. Эккель, Брюс. Философия Java / Брюс Эккель ; [пер. с англ. Е. Матвеева]. - 4-е полное изд. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018. - 1165 с.
12. Хорстманн К., Корнелл Г. Java 2. Библиотека профессионала, том 1 и 2. / К. Хорстманн, Г. Корнелл. – М.: Вильямс, 2007. – 896 с.
13. Седжвик, Роберт. Computer Science. Основы программирования на Java, ООП, алгоритмы и структуры данных / Роберт Седжвик, Кевин Уэйн ; [пер. с англ. Е. Матвеева]. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2018. - 1071 с.
14. Кнут, Д. Искусство программирования. Т. 2. Получисленные алгоритмы. 3-е издание. / Д. Кнут. – М.-СПб.-Киев: Вильямс, 2003.

- 15.D. Lea. Concurrent Programming in Java™: Design Principles and Pattern, 2nd Edition
- 16.K. Hightower, B. Burns, J. Beda. Kubernetes: Up and Running: Dive Into the Future of Infrastructure / "O'Reilly Media, Inc.", 2017. - 202 с.
- 17.Petrov, A. (2019). Database Internals: A Deep Dive Into How Distributed Data Systems Work (Vol. First edition). Sebastopol, CA: O'Reilly Media.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Контроль работы магистранта проходит в форме собеседования, выполнения лабораторных работ в лаборатории и самостоятельно вне аудитории с предоставлением отчета по лабораторным работам с его устной защитой. Задания к лабораторным работам составляются согласно содержанию учебного материала. Также, магистранты делятся на группы по три человека и реализуют web-проект на заданную тему, выданную преподавателем. Результаты выполнения лабораторных работ используются при реализации проектов.

На семинарских занятиях магистранты выступают с докладами. Также ведется работа над проектами, выданными преподавателем. Зачет по дисциплине выставляется по результатам семинарских занятий. Для получения зачета магистрант обязан выступить с докладом и принимать активное участие в обсуждении других докладов на семинарских занятиях.

Экзамен по дисциплине проходит в устной форме.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Высоконагруженные системы и анализ данных» учебным планом предусмотрен зачет и экзамен.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- отчеты по лабораторным работам – 30 %;
- защита проекта – 30 %;
- контроль исходного кода проекта в течение семестра – 40 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Весовой коэффициент текущей успеваемости – 0.4, весовой коэффициент экзаменационной оценки – 0.6.

Примерные темы докладов на семинарских занятиях

Доклады по архитектуре высоконагруженных систем: «Архитектура Facebook», «Архитектура Evernote», «Архитектура YouTube», «Архитектура Uber», «Архитектура Netflix», «Архитектура Dropbox», «Архитектура Instagram», «Архитектура Twitter».

При написании доклада магистрант должен осветить следующие темы:

- история изменений в архитектуре системы
- с какими проблемами сталкивались разработчики (производительность, масштабируемость, отказоустойчивость)
- диаграмма текущей архитектуры
- перечень технологий, используемых в данный момент
- краткий обзор используемых в системе технологий

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины (эвристический, проектный, практико-ориентированный)

При организации образовательного процесса используется **эвристический подход**, который предполагает:

- осуществление студентами лично-значимых открытий окружающего мира;
- демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем;
- творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов;
- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

При организации образовательного процесса *используется метод проектного обучения*, который предполагает:

- способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества и предполагающий создание собственного продукта;
- приобретение навыков для решения исследовательских, творческих, социальных, предпринимательских и коммуникационных задач.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашнего задания;
- работы, предусматривающие решение задач и выполнение упражнений, выдаваемых на лабораторных занятиях;
- работа над проектом;
- подготовка отчета по лабораторной работе и проекту.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Машинное обучение	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 14.05.2020)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА _____ / _____ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № _____ от _____ 200__ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

доктор физ.-мат. наук, профессор _____
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

В.И. Громак

(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

доктор физ.-мат. наук, доцент _____
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

С.М. Босяков

(И.О.Фамилия)