

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н. Здрок

02 июля 2021 г.

Регистрационный № УД – 10026/ уч.

ОБРАБОТКА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

Учебная программа Белорусского государственного университета
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 80 09 Прикладная информатика и информатика
Профилизация: Интеллектуальные системы

2021 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 09-2019 и учебного плана G31-128/уч. от 01.04.2020 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

О.Л. Коновалов, доцент кафедры информационных систем управления факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат технических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

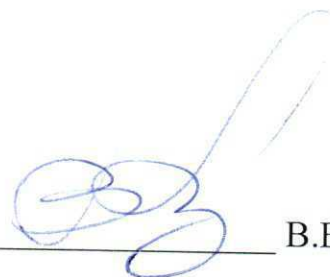
А.А. Дудкин, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией идентификации систем ОИПИ НАН Беларуси.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой информационных систем управления
(протокол № 13 от 31.05.2021 года);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 7 от 30.06.2021 года)

Заведующий кафедрой
информационных систем управления



В.В. Краснопрошин

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Учебная дисциплина “Обработка пространственных данных” знакомит студентов магистратуры с современными технологиями хранения и управления пространственными картографическими данными.

Цель учебной дисциплины – формирование у магистрантов навыков анализа и обработки картографических данных.

Задачи учебной дисциплины

1. Формирование у слушателей понимания сущности пространственных данных и алгоритмического базиса, лежащих в основе их обработки и анализа.
2. Изучить структуры данных и алгоритмы вычислительной геометрии, используемые при анализе и обработке пространственных данных. В частности, рассматриваются алгоритмы пространственной сортировки и геокодирования, построения пересечения отрезков методом «заметающей прямой», алгоритмы построения триангуляции Делоне и диаграмм Воронова.
3. В рамках симплициального способа представления геометрии, ознакомление слушателей с базовыми понятиями комбинаторной топологии: симплициальные комплексы; полиэдры; ППЛГ, связность и однородность; классификация двумерных симплициальных поверхностей.
4. В рамках ППЛГ представления, рассмотрение задач построения пространственного «оверлея».
5. Изучить базовую модель сервисов и стандартов OGC (Open Geospatial Consortium).
6. Изучить географическую информационную систему QGIS.
7. Изучить OpenLayers — библиотеку с открытым исходным кодом предназначенную для создания клиентских картографических приложений.
8. Изучить технологии работы с пространственными базами данных (создание векторного слоя из БД MySQL)
9. Изучение картографических серверов на примере GeoServer.
10. Изучить современные программные средства для обработки картографической информации (на примере библиотеки GDAL). Изучить технологии работы с картографическими данными в CAD системах на примере ядра AutoCAD.

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

Учебная дисциплина относится к **модулю** "Интеллектуальная обработка данных" компонента учреждения высшего образования.

Программа составлена с учетом межпредметных **связей** с учебными дисциплинами. Основой для изучения учебной дисциплины являются следующие учебные дисциплины первой ступени высшего образования: «Нейросетевая обработка данных», «Программирование» и дисциплина второй ступени высшего образования «Модели и методы искусственного интеллекта».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Обработка пространственных данных» должно обеспечить формирование следующих **специализированных** компетенций:

СК – 2. Владеть методами и алгоритмами (в том числе интеллектуальными) решения задач поиска, распознавания и обработки данных.

СК – 3. Развивать креативное мышление с использованием визуальных категорий.

СК-19. Применять современные технологии визуализации данных.

СК-20. Уметь использовать современное методическое обеспечение профессиональной деятельности в области анализа данных и управления качеством программного обеспечения.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: базовую модель сервисов и стандартов OGC; базовые понятия комбинаторной топологии: симплициальные комплексы; полиэдры; ППЛГ, связность и однородность; теорему классификация двумерных симплициальных поверхностей; алгоритм построения пересечения ППЛГ.

уметь: разрабатывать информационные структуры для хранения и обработки пространственной информации; создавать клиент-серверные приложения для визуализации и обработки пространственной информации.

владеть: технологиями работы с пространственными базами данных; технологией администрирования картографических серверов; программными средствами для обработки картографической информации (библиотека GDAL); технологией работы с картографическими данными в CAD системах на примере ядра AutoCAD.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Обработка пространственных данных» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 198 часов, в том числе 60 аудиторных часов, из них: лекции – 20 часов, практические занятия – 20 часов, семинарские занятия – 20 ч (ДО).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел I. Введение. Пространственные данные. Геоинформационные системы. BIM – технологии.

Тема 1.1. Введение. Типы пространственных данных. Геоинформационные системы. QGIS.

Тема 1.2. CAD системы. BIM технологии. AutoCAD. Map3D. IFC.

Раздел II. Математические основы и алгоритмы обработки пространственных данных.

Тема 2.1. Базовые понятия комбинаторной геометрии и вычислительной топологии. Симплициальные комплексы. Полиэдры. Связность и однородность.

Тема 2.2. Базовые понятия дифференциальной геометрии. Понятие параметрической кривой. Канонические координаты. Кривизна. Непараметрическая кривая. Сплайн кривые.

Тема 2.3. Вычислительная геометрия. Структуры данных. PPLG. DCEL. Задача нормализации PPLG. Задача построения DCEL. Задача построения «DECL overlay».

Тема 2.4. Алгоритмы вычислительной геометрии. Алгоритм «заметающей прямой», алгоритмы триангуляции, алгоритм построения выпуклой оболочки, алгоритм построения диаграммы Воронова, триангуляция Делоне.

Раздел III. Современные программные средства визуализации, обработки и хранения пространственных данных. Базовая модель сервисов и стандартов OGC.

Тема 3.1. Базовая модель сервисов и стандартов OGC.

Тема 3.2. Создания клиентских картографических приложений. OpenLayers — JS-библиотека с открытым исходным кодом.

Тема 3.3. Технологии работы с пространственными базами данных. Пример создание векторного слоя в БД MySQL.

Тема 3.4. Организация картографических серверов на базе ПО GeoServer. Общая функциональность. Загрузка данных в формате GeoTiff. Системы проекций. Типизация отображения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

№п/п	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	
1	2	3	4	5	6
1	Введение. Пространственные данные. Геоинформационные системы. BIM – технологии.	4	4	4 (ДО)	
1.1	Введение. Типы пространственных данных. Геоинформационные системы. QGIS.	2	2	2 (ДО)	Устный опрос.
1.2	CAD системы. BIM технологии. AutoCAD. Map3D. IFC.	2	2	2 (ДО)	Устный опрос.
2	Математические основы и алгоритмы обработки пространственных данных.	8	8	8 (ДО)	
2.1	Базовые понятия комбинаторной геометрии и вычислительной топологии. Симплициальные комплексы. Полиэдры. Связность и однородность.	2	2	2 (ДО)	Контрольная работа №1. Топологический анализ полиэдров.
2.2	Базовые понятия дифференциальной геометрии. Понятие параметрической кривой. Канонические координаты. Кривизна. Непараметрическая кривая. Сплайн кривые.	2	2	2 (ДО)	Устный опрос.
2.3	Вычислительная геометрия. Структуры данных. RPLG. DCEL. Задача нормализации RPLG. Задача построения DCEL. Задача построения «DECL	2	2	2 (ДО)	Контрольная работа №2. Построение двусвязного списка полу ребер.

	overlay».				
2.4	Алгоритмы вычислительной геометрии. Алгоритм «заметающей прямой», алгоритмы триангуляции, алгоритм построения выпуклой оболочки, алгоритм построения диаграммы Воронова, триангуляция Делоне.	2	2	2 (ДО)	Контрольная работа №3. Построение диаграмм Воронова.
3	Современные программные средства визуализации, обработки и хранения пространственных данных. Базовая модель сервисов и стандартов OGC.	8	8	8 (ДО)	
3.1	Базовая модель сервисов и стандартов OGC.	2	2	2 (ДО)	Устный опрос.
3.2	Создания клиентских картографических приложений. OpenLayers.	2	2	2 (ДО)	отчёт по практическим работам (создание клиента OpenLayers)
3.3	Технологии работы с пространственными базами данных. Пример создание векторного слоя в БД MySQL	2	2	2 (ДО)	отчёт по практическим работам (создание БД MySQL)
3.4	Организация картографических серверов на базе ПО GeoServer. Общая функциональность. Загрузка данных в формате GeoTiff. Системы проекций. Типизация отображения.	2	2	2 (ДО)	отчёт по практическим работам(загрузка данных в формате GeoTiff)
ВСЕГО		20	20	20 (ДО)	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Геоинформационные системы. Учебное пособие. Ципилева Т.А. Томский межвузовский центр дистанционного образования, Томск, 2004 г., 162 стр.
2. Майкл де Мерс. Географические информационные системы / Майкл де Мерс. – М.: Дата+, 2000.
3. Яковлев Е.И. Вычислительная топология. Учебник. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ. 2005. 214 с.
4. Рыбников К. А., Введение в комбинаторный анализ, М., 1972.
5. Шарипов Р. А. Курс дифференциальной геометрии, - БашГУ, Уфа, 1996
6. Jonathan Corney and Theodore Lim MODELING WITH ACIS Saxe-Coburg Publications, hardback: 388 pages.
7. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: Введение— М.: Мир, 1989. — 478 с
8. Ласло М. Вычислительная геометрия и компьютерная графика на C++. — М.: БИНОМ, 1997. — 304 с
9. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение. — Томск: Издательство Томского университета, 2002. — 128 с
10. Boissonnat, Jean-Daniel; Chazal, Frédéric; Yvinec, Mariette (2018). Geometric and Topological Inference. Cambridge Texts in Applied Mathematics. Cambridge University Press.

Перечень дополнительной литературы

11. Delaunay Refinement Algorithms for Triangular Mesh Generation, Computational Geometry: Theory and Applications **22**(1–3):21–74, May 2002
12. François Labelle and Jonathan Richard Shewchuk, Isosurface Stuffing: Fast Tetrahedral Meshes with Good Dihedral Angles, ACM Transactions on Graphics **26**(3):57.1–57.10, August 2007. Special issue on Proceedings of SIGGRAPH 2007.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для диагностики результатов учебной деятельности в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устная форма: устный опрос.
2. Письменная форма: контрольные работы.

3. Устно-письменная форма: отчеты по домашним практическим заданиям с их устной защитой

Формой текущей аттестации по дисциплине «Обработка пространственных данных» учебным планом предусмотрен – 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 студентов по дисциплине. Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний в рейтинговую оценку (формирование оценки за текущую успеваемость):

- отчёты по практическим работам – 30 %;
- контрольная работа – 30 %;
- устный опрос – 40%.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки по текущей успеваемости составляет 30 %, экзаменационной оценки – 70 %.

Примерная тематика практических занятий

1. OpenLayers. Установка и написание приложений.
2. QGIS. Установка и выполнение пространственных запросов.
3. MySQL. Установка и создание пространственных таблиц.
4. GeoServer. Установка и настройка.
5. GeoServer. Web-публикация векторных данных.
6. GeoServer. Web-публикация растровых данных.
7. GDAL. Web-запросы с использованием команды ogr2ogr.
8. AutoCAD Map 3D. Подключение пространственных данных.
9. AutoDESK C# API. Доступ к пространственной базе данных.
10. REST API доступ к пространственным базам данных.

Примерная тематика семинарских занятий

1. Обзор современных геоинформационных систем.
2. Современные BIM технологии.
3. Структура и состав IFC.
4. Программные средства визуализации IFC-моделей.
5. Библиотеки вычислительной геометрии. CGAL.
6. WMS сервисы.
7. WPS сервисы.
8. Клиентские картографические приложения.
9. Пространственные базы данных.

10.Картографические серверы. GeoServer.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса большинства практических занятий используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания учебного материала через решение практических задач, а также приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов магистратуры по учебной дисциплине следует использовать информационно коммуникационные технологии:

Образовательный портал БГУ <https://edufpmi.bsu.by>,
Образовательный портал InsightRunner <https://acm.bsu.by>,
систему AnyTask <https://anytask.org/school/bsu>,

разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к практическим занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к экзамену, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Рекомендуемая тематика контрольных работ

- 1) Контрольная работа №1. Топологический анализ полиэдров.
- 2) Контрольная работа №2. Построение двусвязного списка полу ребер.
- 3) Контрольная работа №3. Построение диаграмм Воронова.

Текущий контроль знаний проводится в соответствии с учебно- методической картой дисциплины.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Симплициальные и полиэдральные комплексы. Связность и однородность. Разбиения. ППЛГ.
2. Классификации двумерных симплициальных многообразий.
3. Понятие параметрической кривой. Канонические координаты. Кривизна. Непараметрическая кривая. Сплайн кривые.
4. Вычислительная геометрия. Структуры данных. DCEL. Алгоритм построения DCEL. Алгоритм построения «DECL overlay».
5. Конструктивные поверхности. Безье треугольники. Поверхности Грегори.
6. Триангуляция Делоне. «Flipping» алгоритм.
7. CDT триангуляция.
8. Диаграммы Вороного. Алгоритм построения диаграмм Вороного.
9. Диаграммы Вороного высших порядков. Диаграмма дальней точки.
- 10.ППГЛ. Цепи. Алгоритм построения полного множества цепей.
- 11.Двусвязный реберный список. Алгоритм оверлея ППЛГ.
12. IFC. BREP представление твердотельной геометрии.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на ____/____ учебный год

№№ Пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры дискретной математики и алгоритмики (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

(ученая степень, звание)

(подпись)

(И.О.Фамилия)