

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

30 июня 2022

Регистрационный № УД – 10800/уч.



КОСМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-56 80 01 Землеустройство, кадастры, геодезия и геомастика

Профилизация: Геомастика

Минск, 2022

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-56 80 01-2019 от 04.10.2019 № 160, учебного плана УВО № I56-027/уч. от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Топаз А.А. – доцент кафедры геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Жуковская, Н.В., доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент


Левша Ф.А., ведущий специалист государственного предприятия «Белгеодезия», кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой геодезии и космоаэрокартографии Белорусского государственного университета
(протокол № 10 от 26.05.2022 г.)

Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета
(протокол № 5 от 27.05.2022 г.)

Заведующий кафедрой
геодезии и космоаэрокартографии


А.П. Романкевич

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Космическое картографирование» изучается студентами магистратуры на второй ступени высшего образования для специальности 1-56 80 01 Землеустройство, кадастры, геодезия и геоматика, успешно освоивших общенаучные и профессиональные дисциплины, касающиеся картографии, геоинформатики, ГИС-технологий, методов дистанционных исследований, фотограмметрии и тематического дешифрирования.

Актуальность изучения данной учебной дисциплины обусловлена как быстрым развитием информационно-компьютерных технологий, так и технологий космического зондирования, предоставившим наукам о Земле новые методы исследования земной поверхности.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Космическое картографирование» – теоретическое и практическое освоение современных методов картографирования с применением космических снимков и компьютерных технологий их обработки.

Предметом изучения учебной дисциплины являются материалы космической съемки как источник для создания карт, а также методы цифровой обработки космических снимков для целей тематического картографирования.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование представлений о современных типах космических снимков, методах их получения и обработки для составления карт, применяемых в различных отраслях географических исследований;
- овладение навыками предварительной и тематической обработки космических снимков;
- формирование навыков выбора и адаптаций методик космического картографирования для конкретных географо-картографических задач.

Изучение учебной дисциплины предусматривает систематическую самостоятельную работу с рекомендуемой литературой и Internet-источниками, а также использование современных программных и технических средств при выполнении практических заданий.

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

Учебная дисциплина «Космическое картографирование» относится к **модулю** «Геоинформационное картографирование» компонента учреждения высшего образования.

Учебная программа составлена с учётом межпредметных **связей** с учебными дисциплинами «Инновационные технологии в картографии» и «Дистанционный мониторинг геосистем».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Космическое картографирование» обеспечивает формирование следующей **специализированной компетенции**:

СК-3. Владеть технологией использования данных ДЗЗ при проведении тематического картографирования в области рационального природопользования.

В результате освоения учебной дисциплины магистрант должен:

знать:

- основные виды космических снимков и их характеристики;
- теоретические основы современных методик космического картографирования;
- специфику программного обеспечения для обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- основные виды и методы цифровой обработки изображений ДЗЗ;
- возможности автоматизированного дешифрирования космических снимков для целей тематического картографирования.

уметь:

- пользоваться доступными источниками космических данных;
- осуществлять предварительную обработку космических снимков;
- выполнять тематическую обработку многозональных снимков;
- использовать на практике основные методы и приемы цифровой обработки космических изображений для целей тематического картографирования.

владеть:

- информацией о современных спутниковых системах ДЗЗ;
- программными средствами цифровой обработки изображений ДЗЗ;
- навыками выбора оптимальных типов космических снимков, алгоритмов обработки и способов картографирования для различных задач в географических исследованиях.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в I семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Космическое картографирование» отведено:

- для очной формы обучения - 96 часов, в том числе 48 аудиторных часов, из них лекции – 8 часов, лекции в дистанционной форме обучения – 8 часов, лабораторные занятия — 16 часов, лабораторные занятия в дистанционной форме обучения – 16 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Общие вопросы космического картографирования

Тема 1.1. Современные системы дистанционного зондирования Земли.

Структура системы дистанционного зондирования Земли. Способы передачи данных ДЗЗ. Активные и пассивные методы съемки. Оперативные системы дистанционного зондирования Земли – оптико-электронные, радиолокационные. Параметры современных съемочных систем. Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ).

Тема 1.2. Обзор фонда снимков для космического картографирования.

Пространственное, спектральное, радиометрическое, временное разрешение снимков. Основные виды космических снимков в видимом, ближнем и среднем инфракрасном (световом), тепловом инфракрасном диапазоне, радиодиапазоне. Анализ современного фонда снимков по пространственному, спектральному, временному разрешению и задачи, решаемые по снимкам разного разрешения. Технологии и особенности поиска и заказа космических снимков в Интернет-порталах и в организациях.

Раздел 2. Программное обеспечение для обработки данных ДЗЗ

Специфика программного обеспечения для обработки данных ДЗЗ. Программные пакеты для обработки данных ДЗЗ.

Раздел 3. Методы космического картографирования

Тема 3.1. Особенности формирования цифровых космических изображений.

Форматы представления (записи) данных ДЗЗ. Структура файлов метаданных. Сжатие изображений. Этапы и уровни обработки данных ДЗЗ.

Тема 3.2. Предварительная обработка данных ДЗЗ.

Типы и уровни предварительной обработки космических снимков. Радиометрическая и атмосферная коррекция. Геометрическая коррекция. Методы улучшающих преобразований.

Тема 3.3. Спектральные преобразования многозональных данных.

Слияние изображений с различным пространственным разрешением. Метод главных компонент. Применение спектральных индексов для анализа изображений.

Тема 3.4. Методы цифровой тематической обработки космических снимков.

Теоретические аспекты алгоритмов классификации. Неконтролируемая и контролируемая классификация. Классификация «Дерево решений». Объектно-ориентированная классификация.

Тема 3.5. Постклассификационная обработка и анализ данных.

Постклассификационные преобразования. Оценка точности классификации.

Раздел 4. Тематическое космическое картографирование

Тема 4.1. Картографирование атмосферы и гидросферы.

Картографирование атмосферной циркуляции. Картографирование радиационного и теплового баланса Земли. Карты ветрового поля. Оперативные синоптические карты по спутниковым данным. Картографирование океанической циркуляции. Карты температур поверхности океана. Карты рельефа морского дна. Построение батиметрических карт мелководий по спутниковым данным. Картографирование биопродуктивности морей и океанов. Космическая ледовая разведка и мониторинг площади морских льдов. Картографирование озер и других водоемов суши.

Тема 4.2. Картографирование природной среды суши.

Космогеологическое картографирование. Космические снимки для геологоразведки. Картографирование генезиса рельефа по индикационным признакам. Картографирование береговых процессов. Картографирование типов почв. Исследование динамических свойств почв. Мониторинг состояния сельскохозяйственных земель. Картографирование лесов. Оценка биомассы растительности из космоса. Картографирование состояния и динамики растительности. Космическое картографирование ландшафтов.

Тема 4.3. Картографирование опасных природных процессов.

Мониторинг паводков и наводнений. Мониторинг лесных пожаров. Картографирование опасных экзогенных процессов (обвалов, оползней, селей, ледниковой опасности). Картографирование районов вулканической деятельности.

Тема 4.4. Картографирование социально-экономических процессов и антропогенного влияния.

Карты расселения. Карты использования земель. Карты загрязнения атмосферы. Экологический мониторинг состояния водных объектов. Карты антропогенного воздействия на экосистемы. Мониторинг техногенного повреждения растительности. Картографирование городов и их динамики. Функциональное зонирование городов по космическим снимкам в оптическом и тепловом инфракрасном диапазоне.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное	Количество часов УСП	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	КОСМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ (48 ч)	8 8 (ДО)		16 16 (ДО)				Экзамен
1	Общие вопросы космического картографирования							
1.1	Современные системы дистанционного зондирования Земли	2						
1.2	Обзор фонда снимков для космического картографирования	2 (ДО)						Устный опрос
2	Программное обеспечение для обработки данных ДЗЗ	2 (ДО)						Устный опрос
3	Методы космического картографирования							
3.1	Особенности формирования цифровых космических изображений	1						Устный опрос
3.2	Предварительная обработка данных ДЗЗ	1		4				Отчет по лабораторной работе
3.3	Спектральные преобразования многозональных данных	1		4				Отчет по лабораторной работе
3.4	Методы цифровой тематической обработки космических снимков	2		8				Отчет по лабораторной работе
3.5	Постклассификационная обработка и анализ данных	1						Устный опрос

4	Тематическое космическое картографирование	4 (ДО)		16 (ДО)				
4.1	Картографирование атмосферы и гидросферы	1		4				Отчет по лабораторной работе. Защита реферата (презентации)
4.2	Картографирование природной среды суши	1		4				Отчет по лабораторной работе. Защита реферата (презентации)
4.3	Картографирование опасных природных процессов	1		4				Отчет по лабораторной работе. Защита реферата (презентации)
4.4	Картографирование социально-экономических процессов и антропогенного влияния	1		4				Отчет по лабораторной работе. Защита реферата (презентации)

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 49,6 Мб; 191 с.
2. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебник [электронное издание сетевого распространения] / Е.А. Балдина, И.А. Лабутина. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – М.: «КДУ», «Добросвет», 2021. – 269 с.
3. Гордиенко, А. С. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации : учебно-методическое пособие / А. С. Гордиенко. — Новосибирск : СГУГиТ, 2020. — 95 с.
4. Пошивайло, Я. Г. Аэрокосмические методы в тематической картографии : учебно-методическое пособие / Я. Г. Пошивайло. — Новосибирск : СГУГиТ, 2021. — 150 с.
5. Топаз, А.А. Цифровая обработка космических снимков в программе ERDAS IMAGINE [Электронный ресурс] : пособие / А.А. Топаз, Е.В. Казяк. – Минск: БГУ, 2017.
6. Топаз, А.А. Цифровая обработка космических снимков в программном комплексе ENVI : учебно-метод. пособие / А.А. Топаз, Е.В. Казяк. – Минск: БГУ, 2018. – 79 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Балдина Е.А., Тутубалина О.В., Чалова Е.Р. Использование космических снимков в географических исследованиях. Тепловые изображения в исследованиях Земли. Изучение городского острова тепла на примере Москвы. : электронное учебно-методическое пособие по материалам Интернет-семинаров Межуниверситетского аэрокосмического центра. М.: Географический факультет МГУ. 2011.
2. Балдина Е.А., Трошко К.А. Радиолокационные данные в географических исследованиях и картографировании – Учебно-методическое пособие Под ред. И.А. Лабутиной. М.: Географический факультет МГУ. 2017. - 146 с.
3. Головина Л. А., Шляхова М. М. Цифровая обработка изображений / Л. А. Головина, М. М. Шляхова. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020 – 50 с.
4. Гук А. П., Хлебникова Е. П. Методы и технологии распознавания объектов по их изображению: учебно-методическое пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2019. – 138 с.
5. Гусев, А. П. Космические методы в прикладной геологии : практикум для обучающихся на II ступени высшего образования по специальности 1-51

80 01 «Геология» профилизации «Общая и региональная геология» / А. П. Гусев ; М-во образования Республики Беларусь ; УО "Гомельский гос.ун-т им. Ф. Скорины". - Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2021. - 77 с.

6. Дмитриев Д.Д., Тяпкин В.Н. и др. Дистанционное зондирование Земли. Учебное пособие. Новосибирск : НИЦ ИНФРА-М, 2019. –196 с.

7. Любимов А. В. Дистанционные методы оценки ресурсов лесного фонда: учебное пособие для СПО. / Любимов А. В., Грязькин А. В., Вавилов С. В. Издательство «Лань» (СПО) 2021 – 144 с.

8. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник // И.К. Лурье. – 2-е издание испр. – Москва: КДУ, 2010 – 424 с.

9. Кутуза, Б. Г. Спутниковый мониторинг Земли. Микроволновая радиометрия атмосферы и поверхности / Б. Г. Кутуза, М. В. Данилычев, О. И. Яковлев. - Москва : URSS : Ленанд, 2016. - 333 с.

10. Кравцов С,Л, Обработка изображений дистанционного зондирования Земли (анализ методов) – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 256 с.

11. Космические методы геоэкологии. Атлас / под ред. В.И. Кравцовой. – М., Географический факультет МГУ им. М.В Ломоносова, 1998. –108 с.

12. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 148 с.

13. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.; Техносфера, 2008. – 312 с.

14. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

Электронные ресурсы

1. Сайт неформального некоммерческого сообщества специалистов в области ГИС и ДЗЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gis-lab.info> – Дата доступа: 2.05.2022.

2. Сайт Инженерно-технологического центра «СканЭкс» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.scanex.ru> – Дата доступа: 2.05.2022.

3. Сайт компании «Совзонд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru> – Дата доступа: 2.05.2022.

4. Интернет-Журнал «Геоматика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sovzond.ru/press-center/geomatics/> – Дата доступа: 8.05.2022.

5. Журнал «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» // Институт космических исследований Российской академии наук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://d33.infospace.ru/d33_conf/sbornik_index.html – Дата доступа: 2.05.2022.

6. Георесурс данных ДДЗ ГП «БелПСХАГИ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://beldzz.by/distantionnoe-zondirovanie-zemli/geoinformatsionnyu-resurs-dannykh-dzz.php> – Дата доступа: 2.05.2022.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Для текущего контроля качества усвоения знаний рекомендуется использовать следующие диагностические формы:

- устный опрос;
- отчеты по лабораторным работам;
- написание реферата (доклада) и защита в форме презентации;
- экзамен.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Космическое картографирование» учебным планом предусмотрен экзамен.

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

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на лекциях – 20 %;
- защита реферата (презентации) – 20 %;
- письменные отчеты по лабораторным работам (среднеарифметическая величина отметок за письменные отчеты по всем лабораторным работам) – 60 %.

Итоговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.);
2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (приказ ректора БГУ от 31.03.2020 № 189-ОД);
3. Критериев оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях высшего образования по десятибалльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 28.05.2013 г. № 09-10/53-ПО).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

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.

метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод), который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Космическое картографирование» следует использовать современные информационные ресурсы, в том числе размещенный на образовательном портале комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, тематика рефератов и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Самостоятельная работа студентов по изучению учебной дисциплины «Космическое картографирование» выполняется в аудиторной форме, а также с использованием дистанционного обучения. В рамках курса 8 часов лекционных и 16 часов лабораторных занятий вынесены в дистанционную форму. Студентам предлагается самостоятельное рассмотрение ряда вопросов, что предполагает углубленное изучение основной и дополнительной литературы. В рамках самостоятельной работы студентов (в дистанционной форме) также предполагается самостоятельно выполнить полный цикл цифровой тематической обработки космических снимков с оценкой точности полученных результатов.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний.

Примерная тематика лабораторных занятий

Тема 3.2. Предварительная обработка данных ДЗЗ

Лабораторная работа № 1. Предварительная обработка данных ДЗЗ
Коррекция и калибровка данных (4 часа).

Выполнить процесс калибровки и атмосферной коррекции космических снимков, который является необходимым этапом их предварительной обработки.

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Тема 3.3. Спектральные преобразования многозональных данных

Лабораторная работа № 3. Спектральные преобразования многозональных данных. Создание индексных изображений (4 часа).

Для мультиспектрального космического снимка выполнить расчет спектральных и вегетационных индексов.

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Тема 3.4. Методы цифровой тематической обработки космических снимков

Лабораторная работа № 2. Классификация изображений. Обнаружение изменений (4 часа).

На основе двух разновременных космических снимков выполнить процесс обнаружения изменений в площади различных природных объектов.

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Лабораторная работа № 4. Картографирование водных поверхностей (4 часа).

По мультиспектральному снимку, используя модуль SPEAR Lines of Communication – Water, рассчитать нормализованный разностный индекс воды (NDWI) и создать карту водных поверхностей (4 часа).

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Раздел 4. Тематическое космическое картографирование

Лабораторная работа № 5. Цифровая обработка космических снимков программном комплексе ENVI для целей тематического картографирования (16 ч/ДО).

Используя различные методы и алгоритмы цифровой обработки, выполнить цифровую тематическую обработку космических снимков с оценкой точности полученных результатов.

Форма контроля – отчет по лабораторной работе.

Примерный перечень тем рефератов

1. Области применения данных дистанционного зондирования.
2. Применение данных дистанционного зондирования в сельском хозяйстве.

3. Применение данных дистанционного зондирования в лесном комплексе.
4. Применение данных дистанционного зондирования в мониторинге лесных пожаров.
5. Применение данных дистанционного зондирования при картографировании антропогенных изменений.
6. Использование данных дистанционного зондирования при составлении и обновлении карт.
7. Роль данных дистанционного зондирования в разработке и использовании геоинформационных систем.
8. Роль данных дистанционного зондирования в мониторинге природных катастроф.
9. Использование данных дистанционного зондирования в изучении объектов солнечной системы.
10. Область применения данных космической стереосъемки.
11. Область применения данных космической радиолокационной съемки.
12. Область применения данных космической съемки в инфракрасном диапазоне.
13. Особенности изменения спектральных характеристик растительности по сезонам года.
14. Применение данных дистанционного зондирования в изучении атмосферных процессов и явлений.
15. Картографирование по космическим снимкам атмосферной циркуляции.
16. Оперативные синоптические карты по спутниковым данным.
17. Картографирование по космическим снимкам океанической циркуляции.
18. Картографирование биопродуктивности морей и океанов.
19. Картографирование по космическим снимкам озер и других водоемов суши. Экологический мониторинг состояния водных объектов.
20. Космогеологическое картографирование.
21. Оценка биомассы растительности из космоса.
22. Космическое картографирование ландшафтов.
23. Мониторинг по космическим снимкам паводков и наводнений.
24. Картографирование по космическим снимкам городов и их динамики.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Структура системы дистанционного зондирования Земли.
2. Параметры современных съемочных систем.
3. Основные характеристики материалов ДЗЗ: пространственное, радиометрическое, спектральное, временное разрешение.
4. Типы космических снимков.

5. Технологии и особенности поиска и заказа космических снимков в Интернет-порталах.
6. Принципы современного подхода к использованию данных ДЗЗ.
7. Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли (БКСДЗ).
8. Понятие о цифровом снимке. Форматы представления данных ДЗЗ (VIP, VIL, BSQ). Структура файлов метаданных.
9. Специфика программного обеспечения для обработки ДДЗ.
10. Программные пакеты для обработки ДДЗ.
11. Этапы и уровни обработки данных ДЗЗ.
12. Классификация методов цифровой обработки космических снимков.
13. Типы и уровни предварительной обработки космических снимков.
14. Радиометрическая и атмосферная коррекция цифровых изображений.
15. Геометрическая коррекция. Методы геометрической коррекции.
16. Проблема сохранения спектральных характеристик трансформированного изображения.
17. Улучшение пространственного разрешения изображений.
18. Методы улучшающих преобразований.
19. Математические операции с матрицами значений яркости пикселей. Вегетационный индекс.
20. Метод главных компонент.
21. Неконтролируемая классификация.
22. Контролируемая классификация.
23. Постклассификационные преобразования.
24. Оценка точности классификации изображений. Матрица ошибок.
25. Основные особенности и функции программного пакета ENVI.
26. Использование космических снимков в исследованиях атмосферы.
27. Использование космических снимков при изучении гидросферы.
28. Геоморфологические и геологические исследования с применением космических снимков.
29. Использование космической информации для изучения почв и растительности.
30. Использование космических снимков при картографировании опасных природных процессов.
31. Космические методы в изучении сельского хозяйства.
32. Использование космических снимков при картографировании социально-экономических процессов и оценки антропогенного влияния.
33. Динамическое картографирование по разновременным съемкам

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)
Инновационные технологии в картографии	Кафедра геодезии и космоаэро-картографии	Нет	Изменения не требуются (протокол № 10 от 26.05.2022 г.)
Дистанционный мониторинг геосистем	Кафедра геодезии и космоаэро-картографии	Нет	Изменения не требуются (протокол № 10 от 26.05.2022 г.)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
«КОСМИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ»
на ____/____ учебный год**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1		
2		

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры геодезии и космоаэрокартографии (протокол № _ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой
кандидат географических наук, доцент _____ А.П. Романкевич

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
кандидат географических наук, доцент _____ Д.М. Курлович