

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан географического факультета,  
академик РАН Добролюбов С.А.

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Наименование дисциплины (модуля):**

**Рельеф планетных тел**

---

**Уровень высшего образования:**

*магистратура*

---

**Направление подготовки:**

**05.04.02 «География»**

---

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**«Геоморфология и палеогеография»**

---

**Форма обучения:**

**очная**

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
*Учебно-методической комиссией географического факультета*  
(протокол № 14, дата 15.09.22)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «География».

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 30 декабря 2020 года (протокол № 1383).

Год (годы) приема на обучение: 2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: знания по общей и динамической геоморфологии, общей геологии, минералогии, петрографии; основы учения о морфолитогенезе, геотектонике, исторической геологии, общей палеогеографии, геохимии и геофизике.

2. 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
МПК-6 Способен применять знания о строении поверхности и рельефообразующих процессах на планетных телах Солнечной системы для решения фундаментальных и прикладных задач	МПК-6.1 Применяет знания о строении поверхности и рельефообразующих процессах на планетных телах Солнечной системы для решения фундаментальных и прикладных задач	<p><b>Знать:</b> основные общие сведения о планетах Солнечной системы, их спутниках, карликовых планетах: орбитальные параметры, сведения об атмосфере и т.п.; главные вехи истории исследований различных объектов, входящих в состав Солнечной системы; основные крупные черты рельефа планет земной группы, Луны и спутников Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, карликовых планет (Церера, Плутон и др.); основные особенности проявления различных видов морфолитогенеза на планетных телах; современные представления о специфике внутреннего строения и геологической истории различных планет и планетоидов и ее отражение в рельефе.</p> <p><b>Уметь:</b> на основе морфологических признаков по данным спутникового зондирования предварительно определять возможный генезис форм рельефа на планетах и планетоидах; объяснять различия в морфологии рельефа различных планет и планетоидов, в том числе различия форм рельефа одного генезиса; определять относительный возраст поверхности планет и планетоидов по степени их кратерированности; определять относительный возраст отдельных форм и комплексов форм рельефа на основе изучения их пространственного соотношения с соседними формами и комплексами форм.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа информации о природных особенностях различных планетных тел для оценки возможности и потенциала развития различных морфолитогенетических процессов, а также для</p>

		оценки возможности существования на поверхности или в недрах планет и планетоидов воды и условий для органической жизни.
--	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) 3 з.е., в том числе 42 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 66 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе						
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>					Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Работа с литературой	Всего
Введение	2		2			2		
Импактный морфолитогенез и коптоморфоструктуры Земли и других небесных тел	12	6	2			8	4	4
Рельеф и геологическое строение планет земной группы и Луны	22	14	4			18	4	4

<i>Текущая аттестация 1: домашнее задание</i>	<b>10</b>						10	<b>10</b>
Рельеф и геологическое строение шарообразных спутников планет-гигантов	<b>12</b>	6	2			<b>8</b>	4	<b>4</b>
Рельеф и геологическое строение объектов пояса Койпера и пояса астероидов. Современные данные о рельефе и геологическом строении ядер комет.	<b>8</b>	2	2			<b>4</b>	4	<b>4</b>
<i>Текущая аттестация 2: домашнее задание</i>	<b>10</b>					<b>0</b>	10	<b>10</b>
Достижения и проблемы сравнительной планетологии	<b>4</b>		2			<b>2</b>	2	<b>2</b>
<i>Промежуточная аттестация экзамен</i>	<b>28</b>	Устный экзамен					<b>28</b>	<b>38</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>28</b>	<b>14</b>			<b>42</b>	<b>66</b>	

## Содержание лекций, семинаров

### Содержание лекций

#### **Раздел 2. Импактный морфолитогенез и коптоморфоструктуры Земли и других небесных тел.**

##### ***Тема 2. Импактный морфолитогенез и коптоморфоструктуры Земли и других небесных тел .***

1. Импактный морфолитогенез: особенности механизма и основные геоморфологические и геологические последствия. Понятие о коптоморфоструктурах. Классификация геологических продуктов импактных событий. Коптометаморфизм.

2. Импактный рельеф Земли

3. Импактный рельеф как древнейший и примитивнейший тип рельефа небесных тел, обладающих твёрдой поверхностью. Анализ морфологии, геологического строения и сохранности импактных образований на различных планетных телах.

#### **Раздел 3. Рельеф и геологическое строение планет Земной группы и Луны.**

##### ***Тема 3. Рельеф и геологическое строение Луны.***

4. История исследований Луны, современные и перспективные миссии по ее изучению и освоению. Орбитальные характеристики Луны, и современные представления о ее внутреннем строении и условиях на поверхности. Существующие гипотезы о происхождении Луны. Орография Луны и основные топонимы. Морфологические, альбедные и минералого-петрографические различия морских и материковых областей. Основные специфические черты морфологического строения и формы рельефа. Морфологические типы импактных кратеров и бассейнов. Гравитационный и гравитационно-тектонический рельеф. Состав реголита Луны. Лунная пыль. Этапы геологической истории Луны

##### ***Тема 4. Рельеф и геологическое строение Меркурия***

5. История исследований Меркурия, современные и перспективные миссии. Орбитальные характеристики Меркурия, и современные представления о его внутреннем строении и условиях на поверхности. Орография Меркурия и основные топонимы. Морфологические, альбедные и предполагаемые петрографические различия морских и материковых областей. Основные специфические черты морфологического строения и формы рельефа. Морфологические типы импактных кратеров и бассейнов. Гравитационный и гравитационно-тектонический рельеф. Вклад программы «Мессенджер» в наращивание багажа знаний о Меркурии.

#### ***Тема 5. Рельеф и геологическое строение Марса***

6. История исследований Марса: современные и перспективные миссии. Планетарные и орбитальные характеристики Марса и современные представления об его внутреннем строении, атмосфере и климате. Орографическая характеристика планеты и основные топонимы. Глобальная геологическая карта Марса. Планетарная дихотомия. Контрасты рельефа океанических равнин и материков разных генераций. Морщинистые гряды, осадочный чехол и предполагаемые береговые линии Северной океанической равнины. Микроконтиненты. Изолированные бассейновые равнины Эллады и Аргира. Характер рельефа материковых областей. Реголит Марса. Геологические следы наличия воды на Марсе.

7. Основные генетические типы рельефа Марса. Импактный рельеф: разные типы коптоморфоструктур. Тектонический и вулканотектонический рельеф: рифты и разрывные нарушения, вулканотектонические своды Фарсиды и Элизия, марсианские хаосы. Разномасштабные вулканические образования: лавовые равнины и плато, постройки центрального типа - их распространение и морфология. Гравитационный и гравитационно-тектонический рельеф, в том числе особые типы рельефе переходной зоны на границе океанического и континентального полушарий. Флювиальный рельеф Марса. Морфологические типы долинных форм. Палеодельтовые образования. Долины истечения и проблема выяснения условий появления и гидродинамики создававших их потоков на поверхности Марса. Полярные шапки, их динамика и рельефообразующая роль. Следы древнеледниковых образований в средних и низких широтах Марса. Криогенный рельеф, в том числе сублимационные образования. Эоловый рельеф. Формы рельефа дискуссионного происхождения. Геологическая история Марса.

#### ***Тема 6. Рельеф и геологическое строение Венеры***

8. История исследований Венеры, современные и перспективные миссии. Специфика исследования Венеры. Орбитальные характеристики Венеры и современные представления о ее внутреннем строении, атмосфере и климате. Орографическая характеристика Венеры и основные топонимы.

9. Типы поверхностей. Генерации и различия морфологии базальтовых равнин. Глубочайшие впадины, включая равнину Аталанты. Долиноподобные формы на равнинах. Тессеры и тессерный фундамент равнин. Горные области, в том числе - материки Земля Афродиты и Земля Иштар. Складчатое обрамление Земли Иштар. Микроконтиненты. Рифтовые зоны Венеры. Кратерный рельеф Венеры. Гравитационные формы на Венере. Очаговые морфоструктуры: венцы (овоиды, короны), арахноиды, "новы". Вулканические постройки на Венере. Эоловые формы на Венере. Коренные выходы и реголит на поверхности Венеры. Вклад программ «Венера», «Вега» и «Магеллан» в изучение рельефа и атмосферы Венеры.

10. Этапы геологической истории Венеры. Сравнительный анализ геологической истории разных планет Земной группы и Луны

### **Раздел 4. Рельеф и геологическое строение шарообразных спутников планет-гигантов.**

#### ***Тема 7. Рельеф и геологическое строение шарообразных спутников Юпитера***

11. История исследований системы Юпитера. Галилеевы спутники Юпитера. Приливные резонансы в системе спутников Юпитера. Вулканический и тектонический рельеф поверхности Ио. Разрывные нарушения и проявления ледово-химического вулканизма на ледяном панцире Европы. Тёмные и светлые области, сулькусы и типы кратеров на Ганимеди. Предположительно ударный многокольцевой фрагментированный бассейн Галилео. Кратерный рельеф и многокольцевые бассейны Вальхалла и Асгард на Каллисто. Влияние на рельеф Европы, Ганимеда и Каллисто подлёдных океанов. Представления о характере реголита на Галилеевых спутниках Юпитера.

***Тема 8. Рельеф и геологическое строение шарообразных спутников Сатурна***

12. История исследования системы Сатурна. Хребты, метановые озёра и реки, ледово-химический вулканизм Титана. Ледовые равнины, гейзеры и сулькусы Энцелада. Кратерный и равнинный рельеф Дионы. Кратерное свидетельство космического столкновения Мимаса и узкие прямые каньоны на его поверхности. Тефия: насыщенный кратерный рельеф, включая крупнейший (на спутниках Сатурна) кратер; "полуглобальный рифт". Битумные (?) равнины, заливы и кратерные озёра Япета. Примитивный, контрастный и предельно насыщенный кратерный рельеф Реи.

***Тема 9. Рельеф и геологическое строение шарообразных спутников Урана и Нептуна***

13. История исследования систем Урана и Нептуна. Следы космической катастрофы в рельефе Миранды. Ледово-химический вулканизм и тектоногенный рельеф Ариэля. Кратерный и тектоногенный рельеф Оберона и Титании. Примитивный кратерный рельеф Умбриэля. Ледово-химический вулканизм и омоложение поверхности Тритона (сулькусы, озёра твёрдого метана[?], азотные гейзеры и сезонные полярные шапки)

**Раздел 5. Рельеф и геологическое строение объектов пояса Койпера и пояса астероидов. Современные данные о рельефе и геологическом строении ядер комет.**

***Тема 10. Рельеф и геологическое строение объектов пояса Койпера и пояса астероидов.***

14. Положение пояса Койпера и пояса астероидов в Солнечной системе. История исследования малых тел Солнечной системы. Основные крупные известные объекты, входящие в состав пояса астероидов и пояса Койпера. Карликовые планеты. Двойная планетная система Плутон-Харон. Рельеф Плутона и Харона и современные представления о сформировавших его процессах. Церера, ее рельеф и современные представления о сформировавших его процессах.

*План проведения семинаров*

**Раздел 1. Введение**

***Тема 1. Цели и задачи сравнительной планетологии. Строение Солнечной системы***

1. Дискуссия о возможных целях и задачах сравнительной планетологии. Обсуждение отличительных особенностей основных типов небесных тел: звезд, планет, спутников, астероидов и т.д. Критический анализ существующих представлений о строении и происхождении Солнечной системы и входящих в ее состав небесных тел. Обзор методов изучения небесных тел.

## **Раздел 2. Импактный морфолитогенез и коптоморфоструктуры Земли и других небесных тел.**

### ***Тема 2. Импактный морфолитогенез и коптоморфоструктуры Земли и других небесных тел .***

2. Использование импактного рельефа для датирования возраста поверхности различных небесных тел: теоретическая основа метода и его практическое применение.

## **Раздел 3. Рельеф и геологическое строение планет земной группы и Луны.**

### ***Тема 3. Рельеф и геологическое строение Луны***

3. Обсуждение результатов изучения реголита Луны и кристаллических пород Луны с позиций эволюции планетарной коры планет земной группы

### ***Темы 3-4.***

4. «Генетический» анализ сходства и различий в морфологии поверхности Меркурия и Луны. Обсуждение отличительных черт рельефообразования на безатмосферных небесных телах и физических процессов, их обуславливающих.

## **Раздел 4. Рельеф и геологическое строение шарообразных спутников планет-гигантов.**

### ***Темы 7-9.***

5. Дискуссия на тему «Ведущие рельефообразующие процессы спутников планет-гигантов и закономерности в изменении их характера и соотношения на разных телах»

## **Раздел 5. Рельеф и геологическое строение объектов, входящих в состав пояса Койпера, пояса астероидов. Современные данные о рельефе и геологическом строении ядер комет.**

### ***Тема 11. Современные данные о геологическом строении и рельефе ядер комет.***

6. Обсуждение основных результатов исследования ядра кометы Чурюмова-Герасименко.

## **Раздел 6. Достижения и проблемы сравнительной планетологии.**

### ***Тема 12. Достижения и проблемы сравнительной планетологии.***

7. Дискуссия на тему «факторы и глубинность геоморфогенеза». Обсуждение возможных уточнений геологических и геоморфологических понятий в свете данных сравнительной планетологии. Обобщение сведений о современном и древнем экзогенном геоморфогенезе на различных планетах и планетных телах Солнечной системы. Критический анализ имеющихся сведений о существовании жидкой воды и органической жизни за пределами Земли. Обсуждение роли космогенных катастроф в геологической истории Земли и других планет.

7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю):

*Текущая аттестация 1. Домашнее задание.*

Оценка возраста поверхности планетного тела по степени её кратерированности.



Планетное тело и участок его поверхности - на выбор преподавателя (предпочтительно - участки поверхности Луны или Марса). Снимок участка территории с географической привязкой предоставляется студенту преподавателем.

Текущая аттестация считается пройденной в случае выполнения следующих требований:

- в электронном виде (формат pdf) или печатном виде представлена схема дешифрирования ударных кратеров для требуемой территории и условные обозначения к ней.
- в электронном виде (формат pdf) или печатном виде представлена диаграмма распределения популяции кратеров по размеру и краткая пояснительная записка к ней, оформленная в соответствии с требованиями Положения о выпускной работе бакалавра географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и содержащая обязательные разделы: 1) Введение; 2) Положение территории в пределах планетного тела; 3) Методические основы определения возраста по кратерированности; 4) Результаты и их анализ, включающий в себя оценку возраста поверхности и возможные датировки эпизодов омоложения поверхности, а также предположение о возможном механизме омоложения.
- суммарная оценка за все компоненты задания (схема дешифрирования, легенда, пояснительная записка) должна составлять не менее 50% от максимальной, а оценки за каждый отдельный компонент работы должны быть более 0%

*Текущая аттестация 2. Домашнее задание.*

Геоморфологическое дешифрирование рельефа поверхности планетных тел

Планетное тело и участок его поверхности — на выбор преподавателя. Снимок участка территории с географической привязкой предоставляется студенту преподавателем.

Текущая аттестация считается пройденной в случае выполнения следующих требований:

- в электронном виде (формат pdf) или печатном виде представлена схема дешифрирования заданной территории и легенда к ней.
- в электронном виде (формат pdf) или печатном виде текст пояснительной записки, оформленный в соответствии с требованиями Положения о выпускной работе бакалавра географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова и содержащий обязательные разделы: 1) Введение; 2) Общее положение территории; 3) Методика дешифрирования; 4) Результаты и их анализ, включающий в себя описание морфологии основных выделенных комплексов рельефа и их отдельных форм, их пространственные соотношения. При возможности - реконструкция хронологической последовательности образования рельефа рассматриваемого участка территории;
- суммарная оценка за все компоненты задания (карта, легенда, пояснительная записка) должна составлять не менее 50% от максимальной, а оценки за каждый отдельный компонент работы должны быть более 0%

- ***Успешное выполнение заданий текущего контроля успеваемости***

В случае, если какое-либо одно из домашних заданий не было представлено в полном объеме, или оценка за его выполнение не превысила 50%, максимальная возможная оценка на экзамене снижается на 1 балл (не выше, чем «хорошо»).

В случае, если не пройдена ни одна из текущих аттестаций, за экзамен выставляется оценка «неудовлетворительно».

В случае, если все задания текущего контроля успеваемости представлены в полном объеме, и оценки за выполнение каждого из них в отдельности составляют 80% и более, при проведении устного опроса студент вправе не отвечать на один любой (на выбор студента) из вопросов экзаменационного билета.

Устный экзамен включает в себя 2 вопроса.

### ***Примерные вопросы к экзамену***

1. Процессы рельефообразования на Титане.
2. Типизация геологических продуктов импактных событий
3. Геоморфологическая обстановка на спутниках Мимасе, Дионе, Япете, Рее и Тефии
4. Флювиальный рельеф Марса
5. Процессы рельефообразования на Энцеладе
6. Импактный рельеф Земли
7. Процессы рельефообразования на Ио
8. Сравнительная характеристика распространения и облика импактных форм рельефа на планетах и планетных телах Солнечной системы
9. Геологическая история Луны
10. Геоморфологическая обстановка на Ганимеде
11. Геоморфологическая обстановка на Меркурии
12. Ледово-химический вулканизм на планетных телах Солнечной системы
13. Геоморфологическая обстановка на Европе и Каллисто
14. Геолого-геоморфологическая характеристика лунных морей
15. Геолого-геоморфологическая характеристика лунных материков.
16. Вулканический и вулканотектонический рельеф Марса.
17. Геолого-геоморфологическая характеристика поверхности Венеры
18. Гравитационные процессы на планетах и планетных телах Солнечной системы.
19. Общая геолого-геоморфологическая характеристика поверхности Марса.
20. Вулканические равнины на планетах и планетных телах Солнечной системы.
21. Геологическая история Венеры
22. Типы реголита на планетах и планетных телах Солнечной системы
23. Геологическая история Марса

24. Эоловый рельеф на планетах и планетных телах Солнечной системы
25. Геоморфологическая обстановка на Тритоне
26. Геоморфологическая обстановка на спутниках Урана
27. Геоморфологическая обстановка на телах, входящих в состав двойной системы Плутон-Харон
28. Ледниковый и мерзлотный рельеф Марса

Промежуточная аттестация — устный экзамен.

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: устный опрос.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: контрольная работа)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: контрольная работа)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:
  1. Лукашов А.А. Рельеф планетных тел. Введение в сравнительную геоморфологию. — М.: Изд-во Моск. ун-та. 1996.
  2. Ксанфомалити Л.В. Парад планет. — М.: Наука. 1997.
  3. Савиных В.П., Смирнов Л.Е., Шингарёва К.Б. География внеземных территорий. — М.: Дрофа. 2009.

*Дополнительная литература:*

1. Ronald Greeley Introduction to Planetary Geomorphology. Cambridge University Press. 2012. 240 p.

2. Michael H. Carr. The Surface of Mars. Cambridge University Press, 2006
3. Космическая петрология. // Под ред. А.А.Маракушева. 2-е издание— М.: Наука. 2003.
4. Маров М.Я. Планеты Солнечной системы. — М.: Наука. 1986.
5. Слюта Е.Н., Иванов А.В., Иванов М.А. Сравнительная планетология. Основные понятия, термины и определения. — М.: Наука. 1995.
6. Очерки сравнительной планетологии. //Под ред. В.Л. Барсукова. — М.: Наука. 1981.
7. Основы сравнительной геологии планет// Под ред. В.И.Хаина. — М.: Наука. 1987.
8. Уипл Ф.Л. Семья Солнца. Планеты и спутники Солнечной системы. — М.: Мир. 1984.
9. Криволицкий А.Е. Голубая планета. — М.: Мысль. 1985.
10. Шингарёва К.Б., Краснопевцева Б.В. Солнечная система. Астрономия: атлас. — М.: Дрофа. 2005.
11. Гуров. Е.П., Гожик П.Ф. Импактное кратерообразование в истории Земли. — Киев. 2006.
12. Комаров И.А, Исаев В.С. Криология Марса и других планет Солнечной системы. — М.: Научный мир. 2010.
13. Никишин А.М. Геологическое строение и эволюция Марса. — М.: Изд-во Моск. ун-та. 1987.

- Перечень лицензионного программного обеспечения не требуется

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Архив данных спутниковых снимков (ESA Planetary Science Archive) <https://www.cosmos.esa.int/web/psa/psa-introduction>
2. Gazetteer of Planetary Nomenclature. <https://planetarynames.wr.usgs.gov/>

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт NASA (North American Space Agency) [http:// www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)
2. официальный сайт Лаборатории реактивного движения NASA <https://www.jpl.nasa.gov/>
3. Официальный сайт ESA (European Space Agency) [http:// www.esa.int](http://www.esa.int)

- Описание материально-технической базы

Учебная аудитория, ноутбук, мультимедийный проектор; экспозиция Музея землеведения МГУ

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): ответственный за курс — А.А.Лукашов; преподаватель: Ю.Р.Беляев

11.Разработчики программы – Лукашов Андрей Александрович, профессор кафедры геоморфологии и палеогеографии географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, доктор географических наук; Беляев Юрий Ростиславович, доцент кафедры геоморфологии и палеогеографии, кандидат географических наук