



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

Утверждаю:  
декан факультета почвоведения МГУ

\_\_\_\_\_ С.А. Шоба  
«21 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки: 06.03.02. «Почвоведение»

Автор-составитель:

АВЕРИНА ЕЛЕНА БОРИСОВНА доцент, д.х.н.

ГОПИУС ЕВГЕНИЯ ДМИТРИЕВНА доцент, к.х.н.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета почвоведения МГУ, протокол № 2 от «17» \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2018 г.

Председатель УМК \_\_\_\_\_ Рахлеева А.А.

Москва  
2018 г.

**1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО:** базовая часть

**2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):**

Высшая математика, Общая химия

**3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

**Компетенции выпускников, формируемые частично при реализации дисциплины (модуля):**

Способность в контексте профессиональной деятельности использовать знания об основных понятиях, объектах изучения и методах естествознания (УК-5.Б)

**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**Студент должен:**

**Знать :**

1. основные законы и понятия органической химии;
2. основные принципы классификации органических соединений;
3. различные классы органических соединений;
4. химическую природу связей в молекулах органических соединений;
5. химические свойства и реакционную способность основных классов органических соединений;
6. химические превращения органических соединений;
7. реакционную способность основных классов органических соединений, обусловленную наличием функциональных групп в молекуле;
8. основные механизмы химических органических реакций.

**Понимать:**

1. химическую природу органических веществ, обусловленную строением соединения;
2. основные механизмы химических превращений для различных классов органических соединений;
3. **зависимость** реакционной способности основных классов органических соединений от наличия функциональных групп

**Уметь:** предсказывать результат органических реакций и анализировать закономерности протекания превращений в зависимости от строения соединения и условий реакции.

**4. Формат обучения:** лекции, семинары

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет 3 з.е., в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

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

| №<br>п/п         | Наименование разделов и тем         | Трудоемкость (в академических часах) по формам занятий                               |          |                     |                      |                        | Форма<br>текущего<br>контроля      |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|----------------------|------------------------|------------------------------------|
|                  |                                     | Контактная работа во взаимодействии с преподавателем (с разбивкой по формам и видам) |          |                     |                      | Самостоятельная работа |                                    |
|                  |                                     | Лекции                                                                               | Семинары | Лабораторная работа | Практические занятия |                        |                                    |
| 1.               | Углеводороды                        |                                                                                      |          |                     |                      |                        |                                    |
| 1.1.             | Алканы                              | 2                                                                                    | 4        |                     |                      | 2                      |                                    |
|                  |                                     |                                                                                      | 1        |                     |                      | 0.5                    | Контр.раб.<br>по разд. 1.1         |
| 1.2              | Непредельные соединения             |                                                                                      |          |                     |                      |                        |                                    |
| 1.2.1.           | Алкены                              | 2                                                                                    | 3        |                     |                      | 1.5                    |                                    |
| 1.2.2.-<br>1.2.3 | Алкины, диены                       | 2                                                                                    | 4        |                     |                      | 2                      |                                    |
|                  |                                     |                                                                                      | 1        |                     |                      | 0.5                    | Контр.раб.<br>по разд. 1.2         |
| 1.3              | Ароматические углеводороды          | 2                                                                                    | 4        |                     |                      | 2                      |                                    |
|                  |                                     |                                                                                      | 1        |                     |                      | 0.5                    | Контр.раб.<br>по разд. 1.3         |
| 2.               | Гомофункциональные соединения       |                                                                                      |          |                     |                      |                        |                                    |
| 2.1              | Галогенпроизводные углеводородов    | 2                                                                                    | 6        |                     |                      | 3                      |                                    |
| 2.2              | Спирты, фенолы, простые эфиры       | 2                                                                                    | 3        |                     |                      | 1.5                    |                                    |
|                  |                                     |                                                                                      | 1        |                     |                      | 0.5                    | Контр.раб.<br>по разд. 2.1-<br>2.2 |
| 2.3              | Оксосоединения (альдегиды и кетоны) | 3                                                                                    | 6        |                     |                      | 3                      |                                    |
|                  |                                     |                                                                                      | 1        |                     |                      | 0.5                    | Контр.раб.<br>по разд 2.3          |
| 2.4              | Карбоновые кислоты и их производные | 3                                                                                    | 5        |                     |                      | 2.5                    |                                    |
| 2.5              | Амины                               | 3                                                                                    | 4        |                     |                      | 2                      |                                    |
| 2.6              | Гетероциклы                         | 1                                                                                    | 1        |                     |                      | 0.5                    |                                    |
| 3.               | Полифункциональные соединения       | 2                                                                                    | 1        |                     |                      | 0.5                    |                                    |

|                          |  |    |    |  |    |    |                             |
|--------------------------|--|----|----|--|----|----|-----------------------------|
|                          |  |    | 2  |  |    | 1  | Контр. раб.<br>по разд. 1-3 |
| ИТОГО:                   |  | 24 | 24 |  | 24 | 36 | 108                         |
| Промежуточная аттестация |  |    |    |  |    |    | Экзамен                     |

Содержание дисциплины по разделам и темам:

## Раздел 1. Углеводороды

### 1.1. Алканы.

Введение. Предмет органической химии. Теория химического строения А.М.Бутлерова. Номенклатура органических соединений: тривиальные, рациональные, систематические названия. Понятие о гомологии и гомологических рядах. Структурная изомерия (изомерия углеродного скелета и изомерия, обусловленная положением заместителя). Понятие о химической функции (функциональной группе). Современная электронная теория органической химии. Типы гибридизации орбиталей атома углерода. Типы химических связей в органических соединениях. Пространственная изомерия (цис-, транс-изомерия. Оптическая изомерия: асимметрический атом углерода, понятие хиральности). Понятие о конфигурации, конформации и конформерах. Электронные эффекты заместителей: индуктивный и мезомерный эффекты. Представление о механизмах органических реакций по типу реагента и способу разрыва связей: гетеролитический и гомолитический разрыв связи, электрофильные, нуклеофильные и радикальные реагенты. Типы промежуточных частиц: карбокатионы, карбанионы, радикалы. Понятие о переходном состоянии

Алканы. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Атом углерода в состоянии  $sp^3$ -гибридизации. Природа С-С и С-Н связей. Методы синтеза алканов: реакция Вюрца, сплавление солей карбоновых кислот со щелочами, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление алкенов и алкинов. Химические свойства: Галогенирование, сульфохлорирование, нитрование. Механизм свободно-радикальных реакций замещения (на примере реакции хлорирования). Различие в реакционной способности атома водорода при первичном, вторичном и третичном атомах углерода.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Алканы». Подготовиться к контрольной работе по теме «Алканы».

### 1.2. Непредельные соединения

#### 1.2.1 Алкены

Алкены. Атом углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. Природа и геометрия двойной связи. Изомерия. Номенклатура. Изомерия. Способы получения алкенов. Получение алкенов из алкилгалогенидов и спиртов, правило Зайцева (влияние алкильных заместителей на относительную стабильность алкенов). Электрофильное присоединение к алкенам: реакции галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации. Механизм реакций электрофильного присоединения (на примере реакций галогенирования и гидрогалогенирования). Правило Марковникова и его современная трактовка, устойчивость промежуточно образующихся карбокатионов. Радикальные реакции алкенов: аллильное галогенирование. Гидрирование алкенов. Окисление алкенов: эпоксицирование (оксид этилена), гидроксигирование перманганатом калия (реакция Вагнера), окислительное расщепление алкенов.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Алкены»

#### 1.2.3. Алкины

Алкины. Атом углерода в состоянии  $sp$ -гибридизации. Природа и геометрия тройной связи. Изомерия. Номенклатура. Способы получения алкинов (из алкилгалогенидов, из алкенов). Химические свойства алкинов: реакции электрофильного присоединения: гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация по Кучерову. Гидрирование алкинов до алканов и алкенов. Сравнение химических свойств алкенов и алкинов. Химические свойства терминальных алкинов: кислотность терминальных алкинов, реакции с участием подвижного ацетиленового атома водорода, ацетилениды металлов.

#### 1.2.4. Алкадиены

Алкадиены. Изомерия, номенклатура, классификация алкадиенов. 1,3-Диены, эффект сопряжения двойных связей. Химические свойства 1,3-диенов: электрофильное 1,2- и 1,4-присоединение; кинетический и термодинамический контроль. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера).

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по темам «Алкины», «Алкадиены» Подготовиться к контрольной работе по материалу раздела «Непредельные соединения».

### 1.3 Ароматические углеводороды

Ароматические углеводороды. Строение бензола. Энергия сопряжения. Ароматичность. Правило Хюккеля. Ароматические карбо- и гетероциклы. Особенности химических свойств ароматических соединений (отличие от алканов и непредельных соединений). Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре. Электрофильное замещение в бензоле: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Ориентация вступления новой группы при наличии заместителей в бензольном ядре. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции алкилбензолов с участием боковых цепей и ароматического кольца (галогенирование, нитрование, окисление).

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Ароматические углеводороды» Подготовиться к контрольной работе по теме «Ароматические углеводороды»

## Раздел 2. Гомофункциональные соединения

### 2.1. Галогенпроизводные углеводородов

Галогенпроизводные углеводородов. Номенклатура. Методы получения галогенпроизводных углеводородов. Природа связи  $C-Hal$ . Химические свойства: нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода (синтез спиртов, простых и сложных эфиров, нитрилов и других классов органических веществ). Механизмы нуклеофильного замещения ( $S_N1$  и  $S_N2$ ). Бимолекулярное нуклеофильное замещение  $S_N2$ . Вальденовское обращение. Зависимость от различных параметров: структуры исходных соединений, нуклеофильности реагента, природы уходящей группы и растворителя. Мономолекулярное нуклеофильное замещение  $S_N1$ . Зависимость от различных параметров: структуры исходных соединений, нуклеофильности реагента, природы уходящей группы и растворителя.

Реакции элиминирования, правило Зайцева.

Реакции алкилгалогенидов с металлическим магнием (реактив Гриньяра). Природа связи углерод-металл, применение магниорганических соединений в органическом

синтезе (реакции со спиртами, водой, окисью этилена, карбонильными соединениями, диоксидом углерода).

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Галогенпроизводные углеводов».

## 2.2. Спирты, фенолы, простые эфиры

Спирты. Одноатомные спирты. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Получение спиртов из алкенов, галогенпроизводных и карбонильных соединений. Физические свойства спиртов, водородная связь. Химические свойства спиртов: кислотность (образование алкоголятов, взаимодействие с магниорганическими соединениями), ацилирование, окисление.

Замещение гидроксильной группы на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила). Дегидратация внутримолекулярная и межмолекулярная (механизм). Сравнение реакционной способности первичных вторичных и третичных спиртов. Многоатомные спирты. Этиленгликоль. Глицерин. Сложные эфиры глицерина – жиры. Гидролиз жиров.

Фенолы. Получение из кумола, из хлорбензола и бензолсульфокислоты. Взаимное влияние гидроксильной группы и ароматического ядра. Кислотность фенолов, сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Влияние заместителей в ароматическом ядре на кислотность фенолов.

Простые эфиры. Строение. Методы получения (реакция Вильямсона, межмолекулярная дегидратация спиртов), химические свойства (расщепление иодистоводородной и бромистоводородной кислотами). Эпоксиды (окись этилена), реакции с водой, спиртами, реактивом Гриньяра.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по темк «Спирты, фенолы, простые эфиры». Подготовиться к контрольной работе по темам «Галогенпроизводные углеводов», «Спирты, фенолы, простые эфиры».

## 2.3. Оксосоединения (альдегиды и кетоны)

Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура. Способы получения оксосоединений: окисление спиртов, гидролиз дигалогенпроизводных, получение из солей карбоновых кислот, из ацетиленов по реакции Кучерова. Строение карбонильной группы. Влияние заместителей на реакционную способность C=O группы. Общее представление о механизме нуклеофильного присоединения по связи C=O, кислый и основной катализ. Химические свойства альдегидов и кетонов: взаимодействие с водой, спиртами (образование полуацеталей и ацеталей (кеталей)). Реакции с бисульфитом натрия, синильной кислотой, магниорганическими соединениями. Реакции присоединения-отщепления оксосоединений с гидроксиламином, гидразином и его производными, семикарбазидом, первичными аминами.

Восстановление C=O группы до CH<sub>2</sub> и CH-OH групп. Окисление альдегидов, реакция Канницаро (диспропорционирование). Различие в химических свойствах альдегидов и кетонов.

Реакции альдегидов и кетонов с участием α-водородного атома (α-C-H кислотность). Енолизация альдегидов и кетонов, кислотный и щелочной катализ. Галоформная реакция. Альдольная и кротоновая конденсация, механизм реакции. Окисление кетонов в кислой и щелочной среде.

Восстановление карбонильных соединений. Окисление карбонильных соединений. Различие в химических свойствах альдегидов и кетонов.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Оксосоединения (альдегиды и кетоны)» » Подготовиться к контрольной работе по теме «Оксосоединения (альдегиды и кетоны)».

## 2.4 Карбоновые кислоты и их производные

Монокарбоновые кислоты. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Способы получения карбоновых кислот: окисление алкенов и алкинов, спиртов, альдегидов, кетонов, гидролиз производных кислот, взаимодействие магнийорганических соединений с диоксидом углерода. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Влияние заместителей на кислотные свойства. Химические свойства карбоновых кислот: кислотные свойства, декарбоксилирование солей, восстановление до спиртов,  $\alpha$ -галогенирование (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского), получение различных производных кислот.

Производные карбоновых кислот. Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры, нитрилы. Получение, ряд карбонильной активности, взаимные превращения. Сравнение ацилирующих свойств различных производных кислот. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров (механизм).

Жиры, строение, состав, омыление.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Карбоновые кислоты и их производные».

## 2.5. Амины

Алифатические амины. Классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения аминов: алкилирование аммиака, получение первичных аминов по Габриэлю, восстановление нитросоединений, оксимов карбонильных соединений, нитрилов, амидов карбоновых кислот. Химические свойства аминов. Амины как основания, влияние строения на основные свойства аминов: сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов. Нуклеофильные свойства: алкилирование и ацилирование аминов. Реакции первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой.

Ароматические амины. Анилин, толуидин. Получение: восстановление нитросоединений, перегруппировка Гофмана. Взаимное влияние амино-группы и бензольного кольца. Основность и нуклеофильность ароматических аминов, сравнение свойств ароматических и алифатических аминов. Ацильная (ацетильная) защита аминокетильной группы. Ароматические соли диазония, их устойчивость по сравнению с алифатическими солями, реакции солей диазония, протекающие с выделением азота (образование фенолов, галогенпроизводных, нитрилов) и без выделения азота (азосочетание).

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Оксосоединения (альдегиды и кетоны)». Подготовиться к контрольной работе по теме «Оксосоединения (альдегиды и кетоны)».

## 2.6. Гетероциклы

Пятичленные гетероциклы. Пятичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Их строение (участие неподеленной электронной пары гетероатома в создании ароматического секстета электронов). Сравнение с реакционной способностью бензола.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин, электронное строение (ароматичность). Основность и нуклеофильность пиридина (реакции с кислотами, с алкилгалогенидами). Сравнение с реакционной способностью бензола.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по теме «Гетероциклы»

### Раздел 3 Полифункциональные соединения

Аминокислоты. Изомерия, номенклатура. Природные  $\alpha$ -аминокислоты как составные части белков, их стереохимия (D,L-номенклатура). Амфотерные свойства аминокислот. Цвиттер-ионы. Пептидные (амидные) связи, представление о пептидах, белках. Важнейшие представители природных аминокислот (глицин, аланин, фенилаланин, триптофан).

Оксикислоты. Изомерия, номенклатура.  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -Оксикислоты. Асимметрический атом углерода. Структурные формулы стереоизомеров, проекционные формулы Фишера. Стереохимия молочной кислоты.

Углеводы (сахара). Классификация сахаров (моно-, ди- и полисахариды; альдозы и кетозы; тетрозы, пентозы и гексозы). Связь конфигурации сахаров с D- и L-глицериновым альдегидом. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза), альдогексозы (глюкоза), кетогексозы (фруктоза), их строение. Кольчато-цепная таутомерия: открытая и циклические (фуранозная и пиранозная) формы глюкозы. Сахароза и мальтоза как представители дисахаридов. Полисахариды на примере крахмала и целлюлозы (клетчатки), представление об их строении.

**Задание для самостоятельной работы:** выполнить домашнее задание по разделу «Полифункциональные соединения» Подготовиться к итоговой контрольной работе по материалу семестра.

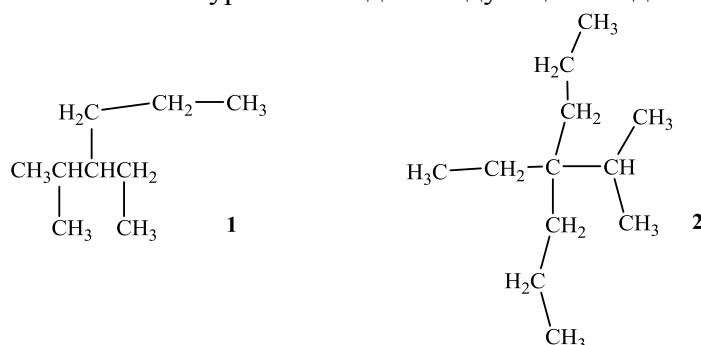
### 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

#### 7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля.

#### Контрольная работа №1 по теме «Алканы» (1час)

(образец)

1. а) Дайте названия по номенклатуре IUPAC для следующих соединений:



Для соединения 2 укажите первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода.

б) Напишите структурные формулы следующих углеводов:

2,4-диметилгептан;

4-метил-3-этилнонан

2. а) Из натриевой соли 3,3-диметилбутановой кислоты синтезируйте 2,2-диметилпропан и 2,2,5,5-тетраметилгексан.

б) Какой углеводород образуется при обработке натрием бромэтана, 2-бромбутана.

Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия.

3. Сколько изомерных монобромалканов образуется при обработке бромом при облучении 3-этилпентана. Укажите продукт, образующийся преимущественно.

## 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной и итоговой аттестации: аттестации.

### Экзаменационные вопросы

Каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса, а также задачу, аналогичную заданию контрольных работ, выполняемых в течение семестра.

1.Алканы. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Природа С-С и С-Н связей (атом углерода в состоянии  $sp^3$ -гибридизации). Конформация, формулы Ньюмена. Методы синтеза алканов: реакция Вюрца, реакция Гриньяра, сплавление солей карбоновых кислот со щелочами, электролиз солей карбоновых кислот, восстановление алкенов и алкинов.

2.Алкены. Атом углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации. Природа и геометрия двойной связи. Изомерия. Номенклатура. E, Z-номенклатура. Способы получения алкенов. Получение алкенов из алкилгалогенидов и спиртов, правило Зайцева. Гидрирование алкинов.

## 8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы:

### А. Основная литература

| № п/п | Автор                    | Название книги и/статьи | Отв. редактор | Место издания | Издательство | Год издания | Название журнала | Том (выпуск) журнала | Номер журнала |
|-------|--------------------------|-------------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|------------------|----------------------|---------------|
| 1.    | И.И.Грандберг<br>Н.Л.Нам | Органическая химия      |               | Москва        | Дрофа        | 2009        |                  |                      |               |
| 2.    | М.А.Юровс                | Осн                     |               | Москва        | БИНOM        | 2010        |                  |                      |               |

|  |                   |                                          |  |     |  |  |  |  |  |
|--|-------------------|------------------------------------------|--|-----|--|--|--|--|--|
|  | кая<br>А.В.Куркин | овы<br>орга<br>ниче<br>ской<br>хим<br>ии |  | ква |  |  |  |  |  |
|--|-------------------|------------------------------------------|--|-----|--|--|--|--|--|

#### Б. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Автор                                              | Назва<br>ние<br>книги<br>/статья        | Отв.<br>редактор | Мест<br>о<br>издан<br>ия | Издате-<br>льство | Год<br>издания | Назва<br>ние<br>журн<br>ала | Том<br>(выпуск)<br>журнала | Номер<br>журнал<br>а |
|----------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------|-------------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|
| 1.       | Д.Робертс<br>М.Кассерио                            | Осно<br>вы<br>органи<br>ческой<br>химии |                  | Моск<br>ва               | Мир               | 1978           |                             | 1-2                        |                      |
| 2.       | Н.А.Тюуавк<br>ина<br>Ю.И.<br>Бауков<br>С.Э.Зурабян | Биоор<br>ганич<br>еская<br>химия        |                  | Моск<br>ва               | ГЭОТАР<br>Медиа   | 2010           |                             |                            |                      |

- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

- Описание материально-технического обеспечения:

А. Помещения: аудитории химического факультета и факультета почвоведения.

Б. Оборудование: для проведения лекционных и семинарских занятий используются таблицы, пластиковые маркерные доски.

В. Иные материалы: каждый студент на семинарском и лекционном занятии имеет индивидуальное рабочее место.

**9. Язык преподавания: русский**

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 / специальности «Почвоведение» программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.