

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан химического факультета,  
Акад. РАН, профессор



/В.В. Лунин/

«27» февраля 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**Материалы для обеспечения безопасности и надежности техногенных систем**

**Уровень высшего образования:**

Специалитет

**Направление подготовки (специальность):**

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Химия и технология веществ и материалов

**Форма обучения:**

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №1 от 27.01.2017)

Москва 2017

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» (программа специалитета), утвержденного приказом МГУ от 22 июля 2011 года № 729 (в редакции приказов МГУ от 22 ноября 2011 года № 1066, от 21 декабря 2011 года № 1228, от 30 декабря 2011 года № 1289, от 27 апреля 2012 года № 303, от 30 декабря 2016 года № 1671).

Год (годы) приема на обучение 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017, 2017/2018, 2018/2019

1. Наименование дисциплины (модуля) **Материалы для обеспечения безопасности и надежности техногенных систем**

2. Уровень высшего образования – **специалитет.**

3. Направление подготовки: **04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.**

4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок ПД.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| Компетенция  | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)  |
|--|---|
| <b>ОПК-1.С.</b> Способность решать современные проблемы фундаментальной и прикладной химии, используя методологию научного подхода и систему фундаментальных химических понятий и законов                        | <b>Владеть:</b> методами проведения сложных расчетов и обработки больших массивов информации из различных областей жизнедеятельности  |
| <b>ОПК-9.С.</b> Способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.                     | <b>Владеть:</b> навыками представления информации о современных многофункциональных материалах для обеспечения безопасности и надежности техногенных систем в форме презентации научного доклада  |
| <b>СПК-1.С.</b> Способность использовать знание состава, свойств и областей применения основных классов материалов при решении профессиональных задач  | <b>Знать:</b> и понимать сущность основных понятий, терминов, определений, законов, способов получения многофункциональных композиционных и конструкционных материалов и методов исследования их физико-химических свойств<br><b>Уметь:</b> грамотно применять современные теории, законы и модели, описывающие физические и химические свойства композиционных и конструкционных материалов в различных средах и при разных внешних воздействиях   |
| <b>СПК-3.С.</b> Способность анализировать технологический процесс и разрабатывать мероприятия по его совершенствованию на основе знаний о методологии разработки новых технологий получения веществ и материалов | <b>Уметь:</b> оценивать технический риск, определять пути и методы его снижения, пути и методы повышения эксплуатационной надежности  |
| <b>СПК-4.С.</b> Способность применять знание жизненных циклов веществ и материалов для оптимизации условий их эксплуатации и экологически обоснованных способов их утилизации                                    | <b>Знать:</b> основные понятия системного подхода к анализу безопасности и риска химических производств, процессов, материалов, продуктов; жизненный цикл процессов, материалов, и продуктов, его оценка в целях обеспечения экологической безопасности; методы анализа опасностей и количественной оценки показателей риска<br><b>Уметь:</b> количественно оценивать риски воздействия на человека вредных и поражающих факторов; материальные, экологические ущербы; разрабатывать меры по управлению техногенным риском с целью минимизации материальных, экологических ущербов и риска для человека |

6. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 80 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (18 часов – занятия лекционного типа, 54 часа – занятия семинарского типа, 4 часа – групповые консультации, 4 часа – промежуточный контроль успеваемости), 28 часов составляет самостоятельная работа студента.*

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

Обучающийся должен

**Знать:** основные понятия и термины в области современного материаловедения, связанные с безопасностью и рисками химических производств;

**Уметь:** использовать знания для создания материалов с определенными функциональными свойствами;

**Владеть:** основными теоретическими знаниями по математическому анализу, теории вероятности, химической технологии и курсу «техногенные системы и экологический риск».

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),<br><br>форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе   |                           |                        |                             |  |   |                             |                             |              |
|--|--------------|---|---------------------------|------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------|
|  |              | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы |                           |                        |                             |  | Самостоятельная работа обучающегося, часы |                             |                             |              |
|  |              | из них  |                           |                        |                             |  | из них                                    |                             |                             |              |
|  |              | Занятия лекционного типа  | Занятия семинарского типа | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации | <b>Всего</b>                              | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. | <b>Всего</b> |

|   |            |           |           |          |  |          |           |           |           |           |
|---|------------|-----------|-----------|----------|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Тема 1. Введение.   | <b>10</b>  | 2         | 6         |          |  |          | <b>8</b>  | 2         |           | <b>2</b>  |
| Тема 2. Ключевые критерии современного подхода к созданию высокоэффективных уплотнений. | <b>14</b>  | 2         | 8         |          |  |          | <b>10</b> | 2         | 2         | <b>4</b>  |
| Тема 3. Научные основы создания тепло- и огнезащитных материалов.                       | <b>14</b>  | 2         | 8         |          |  |          | <b>10</b> | 2         | 2         | <b>4</b>  |
| Тема 4. Методы получения композиционных материалов.                                     | <b>16</b>  | 2         | 8         | 2        |  |          | <b>12</b> |           | 4         | <b>4</b>  |
| Тема 5. Методологические основы обеспечения безопасности техно-сферы.                   | <b>14</b>  | 2         | 8         |          |  |          | <b>10</b> | 2         | 2         | <b>4</b>  |
| Тема 6. Анализ и количественная оценка риска на опасных производственных объектах.      | <b>20</b>  | 4         | 8         |          |  |          | <b>14</b> | 4         | 2         | <b>6</b>  |
| Тема 7. Управление и менеджмент техногенного и экологического риска.                    | <b>16</b>  | 4         | 8         |          |  |          | <b>12</b> | 2         | 2         | <b>4</b>  |
| Промежуточная аттестация <i>зачет</i>   | <b>4</b>   |           |           |          |  | 4        | <b>4</b>  |           |           |           |
| <b>Итого</b>  | <b>108</b> | <b>18</b> | <b>54</b> | <b>4</b> |  | <b>4</b> | <b>80</b> | <b>14</b> | <b>14</b> | <b>28</b> |

#### 9. Образовательные технологии:

- применение компьютерных симуляторов, обработка данных на компьютерах, использование компьютерных программ, управляющих приборами;
- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;

-преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Студентам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы, презентации к лекционным занятиям и методические пособия.

#### 11. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### Основная литература

1. Продан В.Д. Герметичность разъемных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». 2012. 280с.
2. Новые материалы. Под научной редакцией Ю.С.Карабасова. М.: МИСИС. 2002. 736с.
3. Куклев Ю.И. Физическая экология. Учебное пособие. М.: Высш.шк. 2008. 392с.
4. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009. 400с.
5. Скаскевич А.А. Основы герметологии: тексты лекций / А.А. Скаскевич, В.А. Струк. Гродно: ГрГУ. 2010. 140с.
6. Фахльман Б. Химия новых материалов и нанотехнологии. Долгопрудный: Издательский дом Интеллект. 2011. 464с."
7. Мэтьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. Москва: Техносфера. 2004. 408с.
8. Легасов В.А. Химия. Энергетика. Безопасность. М.: Наука, 2007. 412с.
9. Вишняков Я.Д., Радаев Н.Н. Общая теория рисков. М.: ИЦ «Академия». 2007. 388с.
10. Кузьмин И.И., Махутов Н.А., Хетагуров С.В. Безопасность и риск: Эколого-экономические аспекты. СПб: Изд-во СПбГУЭФ. 1997. 164 с.
11. Акимов В.А., Лесных В.В., Радаев Н.Н. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах. М.: Деловой экспресс. 2004. 352 с.
12. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и оценка. М.: ИКЦ «Академкнига». 2004. 118с.
13. Худсон Д. Статистика для физиков: Пер с англ. М. Мир. 1967. 242с.
14. Чистяков В.П. Курс теории вероятностей. 5-е издание М.: Агар. 2000. 256с.
15. Lees F.P., "Loss Prevention in the Process Industry", 2nd edition ISBN 0750615478 Butterworth Architecture, September 1996.
16. Управление риском: риск, устойчивое развитие, синергетика. М.: Наука. 1999. 301с.
17. Количественная оценка риска химических катастроф. //Колодкин В.М., Мурин А.В., Петров А.К., Горский В.Г. // Под ред. В.М. Колодкина. Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет». 2001. 208с.

### Дополнительная литература

1. Промышленная экология: Уч. пособие /под ред. В.А.Грачева. М: ИКЦ «МарТ», 2007. 555с.
2. Маршалл В. Основные опасности химических производств. М.: Мир. 1989. 672с.
3. Тихомиров Н.П., Потравный И.М., Тихомирова Т.М. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. М.: ЮНИТИ-ДАНА. 2003. 350с.
4. Быков А.А., Мурзин Н.В. Проблемы анализа безопасности человека, общества и природы. СПб.: Наука. 1997. 247с.
5. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск. Уч. пособие. М.: Изд-во МГУ. 2003. 254с.
6. Мамонтов В.А., Николина Е.С. Безопасность и риски техносферы: анализ, оценка, управление. Учебное пособие для вузов. М.: Изд. «Черо», 2010. Том1,2,3. 426с. 395с. 395с.

### Периодическая литература

1. «Проблемы анализа риска», Научно-практический журнал, ЗАО ФИД «Деловой экспресс»;
2. «Безопасность труда в промышленности», Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (РОС-ТЕХНАДЗОР);
3. «Научные и образовательные проблемы гражданской защиты», Академия гражданской защиты МЧС России;
4. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Imprint: ELSEVIER;
5. Journal of Hazardous Materials, Imprint: ELSEVIER;
6. Risk Analysis in Theory and Practice, Imprint: ELSEVIER;

### Интернет-ресурсы

1. [www.ScienceDirect.com](http://www.ScienceDirect.com); [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com); <http://www.gosnadzor.ru/>; <http://www.mchs.gov.ru/>; <http://www.safety.ru/>
2. Перст - Перспективные технологии. (<http://perst.issph.kiae.ru/>)
3. Materials Today. (<http://www.materialstoday.com/home.htm>)
4. <http://www.nanometer.ru>
5. [www.pereplet.ru/cgi/soros/readdb.cgi](http://www.pereplet.ru/cgi/soros/readdb.cgi) Статьи соровского журнала

12. Язык преподавания – русский

13. Преподаватели:

Ионов Сергей Геннадьевич, профессор, д.ф-м.н., [ionov@highp.chem.msu.ru](mailto:ionov@highp.chem.msu.ru)

Мамонтов Владимир Александрович, доцент, к.х.н., [vladimm1@yandex.ru](mailto:vladimm1@yandex.ru)

Николина Елена Семеновна, старший научный сотрудник, к.х.н., elena\_nikolina@bk.ru

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - экзамена. На экзамене проверяется достижение промежуточных индикаторов компетенций, перечисленных в п.5.

#### **Вопросы для экзамена:**

1. Виды альтернативной энергетики
2. Материалы для защиты от электромагнитных полей. Методы получения и физические свойства материалов с низким порогом перколяции по электропроводности в системе диэлектрик-проводник.
3. Ключевые критерии современного подхода к созданию высокоэффективных уплотнений.
4. Области применения гибкой графитовой фольги.
5. Высокотемпературные уплотнительные материалы.
6. Научные основы создания тепло-и огнезащитных материалов.
7. Огнезащитные материалы терморасширяющегося типа. Огнезащитные материалы на основе интеркалированных графитов.
8. Гибкие композиционные огнезащитные материалы
9. Материалы с изменяющимся фазовым состоянием.
10. Классификация конструкционных материалов (КМ). Общие требования предъявляемые к КМ.
11. Методы получения аморфных материалов.
12. Техническое применение низко- и высокотемпературных сверхпроводящих материалов.
13. Понятия «опасность», «безопасность», опасный, вредный, поражающий факторы, их характеристики.
14. Риск. Показатели риска. Индивидуальный, коллективный, социальный риск. Техногенный риск, приемлемый риск
15. Методология анализа риска. Основные этапы количественной оценки риска
16. Технологические требования к техногенным системам для устойчивого развития общества. Роль химической науки и специалистов-химиков при решении задач для устойчивого развития цивилизации
17. Жизненный цикл процессов и продуктов. Его оценка в целях обеспечения экологической безопасности
18. Выбор стратегии и методов управления риском. Общие принципы и критерии выбора метода управления риском
19. Экономические результаты от внедрения мер по снижению риска: метод анализа «Затраты-выгоды». Экономический эффект и эффективность.
20. Что входит в понятия «техносфера»:
  - промышленные объекты;



- преобразованная человеком часть биосферы;
  - технические устройства и средства
21. Каковы основные причины возрастания антропогенной опасности для биосферы:
- увеличение масштабов промышленных комплексов;
  - рост числа аварий и катастроф;
  - модифицирование биосферных процессов и систем в целях хозяйственного использования
22. Почему продолжительность жизни человека может служить показателем устойчивого развития СЭС:
- продолжительность жизни отражает взаимосвязь экономических, социальных, экологических индикаторов устойчивого развития;
  - продолжительность жизни отражает уровень питания населения;
  - продолжительность жизни отражает уровень материального благополучия
23. Устойчивое развитие:
- сохранение постоянного уровня развития общества;
  - развитие общественного прогресса без учета экологического фактора;
  - модель развития общества без ухудшения удовлетворения потребностей будущих поколений
24. Понятие риска включает:
- описание негативного события;
  - оценку величины последствий негативного события;
  - сочетание вероятности (частоты) негативного события и возможных последствий (ущербов)
25. Индивидуальный риск смерти работающих на дозиметрическом контроле в Росатоме составляет величину  $9,3 \cdot 10^{-5}$  [1/чел\*год].  
Найти сокращение средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни (ССОППЖ) для каждого из работающих, если известно, что средний возраст работающих в Росатоме составляет 40 лет, среднее время работы на вредном производстве 20 лет, а средняя продолжительность жизни 70 лет
26. Крупный опасный процесс имеет частоту появления утечек, равную  $10^{-6}$  в год, последствия которых оцениваются как гибель 80 человек. Ожидается, что затраты \$ 150 тыс. на новые средства управления снизят эту частоту до  $0,2 \cdot 10^{-6}$ . Принимая, что срок эксплуатации установки составляет 40 лет, оценить затраты на каждую спасенную жизнь
27. Оценить эффективность рискоснижающих мероприятий по снижению индивидуального риска с величины  $10^{-5}$  до  $10^{-6}$  в расчете на регион, в котором проживает  $10^6$  человек при внедрении мероприятий стоимостью 1 млн. долл

### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

|   |
|---|
| <b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b> |
|---|

| Оценка \ Результат | 2                  | 3  | 4  | 5  |
|--------------------|--------------------|--|--|--|
| Знания             | Отсутствие знаний  | Фрагментарные знания                           | Общие, но не структурированные знания  | Сформированные систематические знания                |
| Умения             | 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                    |
| Навыки (владения)  | Отсутствие навыков | Наличие отдельных навыков                      | В целом, сформированные навыки, но не в активной форме   | Сформированные навыки, применяемые при решении задач |

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ<br>по дисциплине (модулю)  | ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ   |
|---|--|
| <p>Знать: и понимать сущность основных понятий, терминов, определений, законов, способов получения многофункциональных композиционных и конструкционных материалов и методов исследования их физико-химических свойств</p> <p>Знать: основные понятия системного подхода к анализу безопасности и риска химических производств, процессов, материалов, продуктов; жизненный цикл процессов, материалов, и продуктов, его оценка в целях обеспечения экологической безопасности; цели и задачи анализа риска при разработке новых материалов, процессов, технологий, методы анализа опасностей и количественной оценки показателей риска</p> | мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете |
| <p>Уметь: грамотно применять современные теории, законы и модели, описывающие физические и химические свойства композиционных и конструкционных материалов в различных средах и при разных внешних воздействиях</p> <p>Уметь: оценивать технический риск, определять пути и методы его снижения, пути и методы повышения эксплуатационной надежности</p> <p>Уметь: количественно оценивать риски воздействия на человека вредных и поражающих факторов; материальные, экологические ущербы; разрабатывать меры по управлению техногенным риском с целью минимизации материальных, экологических ущербов и риска для человека</p>            | мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете |
| Владеть: методами проведения сложных расчетов и обработки больших массивов информации из  | мероприятия текущего контроля                                      |

|   |   |
|---|---|
| <p>различных областей жизнедеятельности<br/>Владеть: навыками представления информации о современных многофункциональных материалах для обеспечения безопасности и надежности техногенных систем в форме презентации научного доклада</p> | <p>успеваемости, устный опрос на за-<br/>чете</p> |
|---|---|