

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

## Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Теоретический курс сопровождается проведением практических работ в получение практических навыков при выполнении работ. Организация работ проводится таким образом, чтобы студенты научились самостоятельно решать поставленные задачи путем проведения экспериментальных исследований и квалифицированной обработкой полученных результатов.

Практические занятия включают в себя:

1. Методические работы по изучению функциональных возможностей приборов и практическое измерение аналитических сигналов.
2. Обработку результатов измерений на персональном компьютере с целью построения калибровочных графиков и определения контрольных концентраций веществ.
3. Пробоподготовку различных объектов в химической лаборатории.
4. Анализ реальных образцов (почва, вода, воздух, пищевые продукты)

Тема работы
Подготовка растворов. Инструктаж по технике безопасности при работе с химическими реактивами, легковоспламеняющимися жидкостями. Электробезопасность.
Калибровочные измерения. Обработка результатов
Подготовка растворов для параллельного тестирования электродов
Подготовка электродов
Работа с многоканальной потенциометрической системой
Определение концентрации вещества методом прямой потенциостатической кулонометрии
Определение концентраций сильной и слабой кислот при их совместном присутствии методом кондуктометрического титрования.
Контроль качества дистиллированной воды по электропроводности
Определение концентрации веществ при их взаимном присутствии методом амперометрического титрования (хлорид – ион, амины, и др)
Получение вольтамперных кривых, их автоматическая регистрация, обработка вольтамперных кривых
Ознакомление с правилами эксплуатации термооксиметра. калибровка термооксиметра
Определение зависимости содержания растворенного кислорода в зависимости от температуры раствора при помощи термооксиметра
инверсионная вольтамперометрия
Подготовка проб почв и воды к анализу.
Использование методов «мокрого» разложения проб, автоклавного и фотохимического методов разложения проб. Аппаратура для пробоподготовки.
Нахождение содержания вещества в реальных образцах почвы, воды, воздуха и пищевых продуктах методом добавки и градуировочного графика.

### **Практические занятия в виде семинаров**

призваны закрепить теоретические знания студентов и познакомить их с методами решения конкретных задач, возникающих при практическом применении химических знаний.

тематика практических занятий

№	Тема
П1	Устройство ион селективных электродов
П2	Изготовление рН электродов. Стандартный электродный потенциал
П3	Платиновый электрод. Хингидронный электрод
П4	Мембранные электроды. Устройство и подготовка к работе
П5	Устройство многоканальной потенциометрической системой
П6	Устройство электрохимических сенсоров

### **Методические материалы для преподавателей**

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие обучающихся в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций, индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий. Индивидуальные задания подбираются студентам с учетом из работы над темами НИР.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель вправе выдать задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

### Промежуточная аттестация

#### Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Общая характеристика потенциометрического анализа.
2. Электродные потенциалы. Возникновение электродного потенциала.
3. Теоретические основы метода потенциометрии. Равновесный электродный потенциал.
4. Измерение ЭДС при потенциометрическом анализе.
5. Уравнение Нернста. Нормальный электродный потенциал. Зависимость электродных потенциалов от активности ионов в растворе.
6. Электроды потенциометрии. Электроды сравнения.
7. Что такое электрод первого, второго и третьего рода?
8. Назначение индикаторного электрода и электрода сравнения. Примеры электродов.
9. Уравнение Нернста для различного типа электродов.
10. Какие Вы знаете электроды сравнения, от чего зависит их потенциал?
11. На какие основные группы можно разделить индикаторные электроды?
12. В чем преимущество ионоселективных электродов? Принцип действия ионселективных электродов. Отличие их от электродов I-III рода.
13. Описать устройство ионселективных электродов различных типов.
14. Покажите принципиальную схему определения потенциала индикаторного электрода.
15. Стекланный электрод и его устройство. Подготовка стеклannого электрода к работе.
16. Указать требования, которые предъявляются к электродам потенциометрии. Коэффициент селективности. Концентрационный интервал.
17. Зависимость потенциала стеклannого электрода от pH раствора
18. Какой элемент нужно составить для определения концентрации ионов никеля, кадмия, свинца, натрия?
19. Чем принципиально отличаются компенсационная и некомпенсационная схемы измерения ЭДС?
20. Чем отличается прямая потенциометрия от косвенной?
21. Прямая потенциометрия (pH-метрия; ионометрия). Указать достоинства, недостатки и области применения метода прямой потенциометрии.
22. Электродная схема измерения pH растворов с использованием лабораторных потенциометров. Настройка приборов по буферным растворам.
23. В чем сущность потенциометрического определения pH раствора?
24. Общая и активная кислотность среды.
25. Как провести определение активной кислотности среды методом прямой потенциометрии (аппаратура, подготовка и настройка аппаратуры. Принципы измерения).
26. Как провести определение ионов  $\text{Cl}^-$  методом прямой потенциометрии?
27. Как провести определение ионов  $\text{K}^+$  методом прямой потенциометрии?
28. Как провести определение ионов  $\text{Na}^+$  методом прямой потенциометрии.
29. Как провести определение ионов  $\text{F}^-$  методом прямой потенциометрии?
30. Электродная схема для проведения потенциометрического титрования. Приборы.
31. Разновидности потенциометрического титрования (потенциометрическое титрование под током, ...).
32. Факторы, влияющие на величину скачка потенциала в реакциях разного типа.
33. Индикаторные электроды, применяемые в потенциометрическом титровании по реакциям окисления-восстановления, осаждения, нейтрализации, комплексообразования.
34. Потенциометрическое титрование. Кривые потенциометрического титрования. Титрование смеси веществ. В каком случае прибегают к методу потенциометрического

титрования?

35. Способы нахождения конечной точки титрования при потенциометрическом титровании.

36. Назвать соответствующие пары электродов и привести примеры потенциометрического титрования с использованием реакции нейтрализации.

37. Кривые потенциометрического титрования при кислотном-основном титровании. Влияние концентрации и силы кислоты и основания на характер кривой.

38. Сравните кривые потенциометрического титрования 0,1 М раствора NaOH 0,1 М раствором HCl и 0,1 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,1 М раствором HCl.

39. Как по кривой титрования раствора аммиака рассчитать константу диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$ ?

40. Начертите кривые потенциометрического титрования 0,1 М HCl 0,1 М раствором NaOH в координатах pH - V; E - V; pH/V-V.

41. Определение содержания  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в растворе при помощи потенциометрического титрования. Рабочий раствор. Установка концентрации рабочего раствора.

42. Определение содержания HCl и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в смеси при помощи потенциометрического титрования.

43. Начертите кривые потенциометрического титрования 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 М раствором NaOH.

44. Начертите кривые потенциометрического титрования 0,1 М HCl 0,1 М NaOH

45. Как практически определить концентрацию NaOH и  $\text{NH}_4\text{OH}$  при их совместном присутствии в растворе?

46. Кривые потенциометрического титрования при титровании по методу осаждения.

47. Влияние концентрации определяемого вещества, титранта и величины произведения растворимости осадка на характер кривой.

48. Начертите кривые потенциометрического титрования смеси хлорид и иодид ионов азотнокислого серебра в координатах E—V и E/V-V.

49. Назвать соответствующие пары электродов и привести примеры потенциометрического титрования с использованием реакции осаждения.

50. Как определить концентрацию хлорид- и иодид-ионов в смеси?

51. Объяснить характер кривой титрования окислительно-восстановительных методов.

52. Назвать соответствующие пары электродов и привести примеры потенциометрического титрования с использованием реакции окисления-восстановления.

53. Начертить поляризационную кривую (полярограмму) охарактеризовать ее отдельные участки.

54. Привести уравнение полярографической волны и пояснить смысл входящих в него величин.

55. Что называют остаточным током, предельным током, миграционным током, диффузионным током, потенциалом полу волны, потенциалом разложения?

56. Объяснить причину появления максимумов на полярографической кривой. Как они устраняются?

57. С какой целью вводится фоновый электролит при полярографических определениях? Каким требованиям должен он удовлетворять?

58. Начертить принципиальную схему полярографической; установки и пояснить назначение отдельных узлов.

59. Характеристики полярографической волны. Понятия об остаточном, емкостном, фарадеевском, диффузионном, миграционном, конвекционном и предельном токах.

60. Вывод уравнения диффузионного тока (уравнение Ильковича).

61. Влияние различных факторов на величину предельного тока (среда, потенциал, период капания ртути, величина высоты столба ртути, температура, концентрация).

62. Вывод уравнения обратимой полярографической волны. Потенциал полу-волны. Обратимые и необратимые процессы в полярографии. Полярографический спектр.

63. Какие электроды используют в вольтамперометрии? Каковы их особенности

64. Каковы достоинства и недостатки: а) ртутного капельного электрода; б) твердых

вращающихся электродов?

65. От каких факторов зависит потенциал полуволны? влияют на его величину солевой фон, pH, добавление веществ способных к комплексообразованию с электроактивным ионом природа растворителя, температура?

66. Как зависит величина предельного (диффузионного) от концентрации электроактивного иона, pH раствора, концентрации индифферентного электролита, природы растворителя, температуры?

67. Вывести расчетную формулу для полярографического определения концентрации вещества ( $c_x$ ) методом добавок.

68. Привести примеры полярографического определения: а) ионов металлов: б) органических соединений с различными функциональными группами.

69. Предложить подходящие условия (потенциал, фоновый электролит) для полярографического определения компонентов смеси: а)  $Pb^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ ; б)  $Ni^{2+}$  и  $Zn^{2+}$ ; в)  $Si^{2+}$  и  $Ni^{2+}$ ; г)  $Ni^{2+}$  и  $Pd^{2+}$ ; д)  $Fe(III)$  и  $Ti(IV)$ ; е)  $Pd^{2+}$  и  $Rh^{3+}$ ; ж)  $Sb(III)$  и  $Sn(II)$ ; з)  $V(V)$  и  $Mo^{2+}$ ; и)  $As(III)$  и  $Sn(II)$ ; к)  $Cd^{2+}$  и  $Mo(VI)$ , используя справочные данные.

70. В чем сущность амальгамной полярографии с накоплением? Какую форму имеет анодная полярограмма, от каких факторов зависит величина максимального тока в методе амальгамной полярографии с накоплением?

71. Каковы особенности переменноточковой полярографии? Какой вид имеет переменноточковая полярограмма? От каких факторов зависит максимальный ток?

72. Назвать области применения, достоинства и недостатки вольтамперометрического анализа.

73. Использование полярографии для исследования комплексных соединений.

74. Полярография органических соединений.

75. Применение полярографии к решению аналитических задач.

76. Какое общее достоинство и преимущество перед другими методами анализа у кулонометрии и гравиметрии

77. Почему при избытке вспомогательного реагента получение электрогенерированного кулонометрического титранта протекает со 100%-ным выходом по току?

78. Каковы характерные особенности ячейки для вольтамперометрии?

79. При каких условиях предельный ток является диффузионным? Назовите отличительные признаки диффузионного тока.

80. Какими способами можно улучшить соотношения аналитический сигнал/шум в вольтамперометрии?

81. За счет чего достигается увеличение фарадеевского тока в условиях осциллографической полярографии?

82. Почему в импульсной полярографии измерение тока рекомендуется проводить в конце наложения импульса

83. В чем суть временной и фазовой селекции токов? В каких разновидностях полярографии и для чего их используют?

84. От чего зависит вид кривой амперометрического титрования?

85. В чем различие прямой и косвенной кондуктометрии? Какой метод более селективен? Почему?

86. В каком современном методе анализа используют кондуктометрические детекторы?

### текущий контроль:

#### Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:

- Применительно к какому электроду уравнение Нернста имеет вид:  
 $E = E_{\text{Ag}}^{\circ} + 0,059/n \lg a_{\text{Ag}}$
- Применительно к какому электроду уравнение Нернста имеет вид:  $E = E_{\text{AgCl}}^{\circ} - 0,059/n \lg a_{\text{Cl}^-}$ .
- Применительно к какому электроду уравнение Нернста имеет вид:  
 $E = E_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2/\text{Hg}}^{\circ} - 0,059/n \lg a_{\text{Cl}^-}$
- Какой вид будет иметь кривая титрования  $\text{Fe}^{2+}$  раствором перманганата калия?
- Какой вид будет иметь кривая титрования  $\text{Cl}^-$ -ионов (ПРАgCl = 10-10) и  $\text{I}^-$ -ионов (ПРАgI = 10-16) раствором азотнокислого серебра?
- Какой вид будет иметь кривая титрования соляной кислоты раствором гидроксида натрия?
- Какой вид будет иметь кривая титрования гидроксида натрия раствором соляной кислоты?
- Какой вид будет иметь кривая титрования соляной кислоты раствором гидроксида натрия?
- Какой вид будет иметь кривая титрования смеси  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NaOH}$  раствором соляной кислоты?
- Какой вид будет иметь кривая титрования смеси соляной и уксусной кислот раствором гидроксида натрия.
- Рассчитайте pH аммонийной буферной смеси, полученной смешиванием 10 мл 0,05 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 5 мл 0,05 М раствора  $\text{HCl}$
- К 50 мл 0,1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  прибавлено 50 мл 0,1 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте pH смеси.
- К 500 мл 0,1 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$  прибавлено 500 мл 0,2 М раствора ацетата натрия. Вычислить pH полученного раствора.
- К 10 мл 0,1 М раствора гидроксида аммония прибавлено 10 мл 0,06 н. раствора серной кислоты. Определить pH смеси.
- Вычислить и сравнить pH растворов: а) 0,1 М  $\text{HCl}$  и 0,1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; б) содержащих по 5 г/л  $\text{HCl}$  и  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- Как приготовить 200 мл раствора  $\text{NaCl}$  с концентрацией  $10^{-5}$ ;  $2,5 \cdot 10^{-3}$ ;  $5 \cdot 10^{-4}$  из раствора 0,1 М  $\text{NaCl}$ ?
- Как приготовить 200 мл раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  с концентрацией  $10^{-4}$  из раствора 0,1 М  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?
- Как приготовить 250 мл раствора  $\text{KCl}$  с концентрацией  $10^{-4}$  из раствора 0,1 М  $\text{KCl}$ ?
- Как приготовить 250 мл раствора  $\text{KNO}_3$  с концентрацией  $10^{-3}$  из раствора 0,1 М  $\text{KNO}_3$ ?
- Как приготовить 100 мл раствора  $\text{KF}$  с концентрацией  $10^{-4}$  из раствора 0,1 М  $\text{KF}$ ?
- Как приготовить 100 мл раствора  $\text{Na}^+$  с концентрацией  $10^{-4}$  из раствора 0,1 М  $\text{NaCl}$ ?
- Как приготовить 200 мл раствора  $\text{KNO}_3$  с концентрацией  $10^{-2}$  из раствора 0,1 М  $\text{KNO}_3$ ?
- Рассчитайте содержание  $\text{HCl}$  в колбе на 100 мл, если на титрование 10 мл пошло 9,3 мл раствора  $\text{NaOH}$  с концентрацией 0,1003 н.
- Рассчитайте содержание  $\text{CH}_3\text{COOH}$  в колбе на 200 мл, если на титрование 10 мл пошло 9,8 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,0986 М.
- Какой вид будет иметь кривая титрования, если при заданном значении потенциала индикаторного электрода, определяемое вещество и титрант электрохимически неактивны? Электрохимически активен продукт реакции.

- Какой вид будет иметь кривая титрования, если при заданном значении потенциала индикаторного электрода электрохимически активно только определяемое вещество?
- Какой вид будет иметь кривая титрования, если при заданном значении потенциала индикаторного электрода, определяемое вещество может восстанавливаться, титрант окисляться?
- Какой вид будет иметь кривая титрования, если при заданном значении потенциала индикаторного электрода электрохимически активен только титрант?
- Какой вид будет иметь кривая титрования, если при заданном значении потенциала индикаторного электрода электрохимически активны определяемое вещество и титрант, продукт реакции электрохимически неактивен?
- Какой вид будет иметь кривая титрования, если при заданном значении потенциала индикаторного электрода, определяемое вещество окисляется, титрант восстанавливается?

- **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит практических работ, устного опроса на лекциях и практических занятиях, выполнения контрольной работы.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета с оценкой, на котором обсуждаются теоретические и практические вопросы курса. Практическая часть частично зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре, на основе балльно-рейтинговой системы. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально-возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности от 1 до 10 баллов. Окончательно задания формируются перед началом семестра преподавателем в зависимости от тем НИР студентов. Максимальный балл за каждый вид задания определяется преподавателем в зависимости от уровня сложности задания в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать **все** практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать «**штрафы**» в виде уменьшения набранных баллов за пропуск лекционных занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости. В течение семестра проводится 2 промежуточные аттестации, о результатах которых преподаватель сообщает студенту, куратору группы и заведующему кафедрой.

Если к моменту окончания семестра студент набирает не менее 55 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает допуск к зачету.

Студент, сдающий зачет, получает баллы за зачетное задание.

Если к началу зачетной недели набранное студентом суммарное количество баллов с учетом дополнительных, составляет **менее 55 % от максимальной суммы баллов**, он не допускается к сдаче зачета. Такие студенты могут довести свой балл до необходимой суммы в течение последней (зачетной) недели семестра, написав контрольную работу по теме, за которую студент получил наименьшее количество баллов. Выполненные практические задания на зачетной неделе **не принимаются**.

Шкала выставления оценок за зачет:

% от максимальной суммы баллов	оценка
--------------------------------	--------



86 - 100 %	5
71-85	4
55-70	3

## 10. Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа: Учеб.пособие для вузов / М.: Мир; : БИНОМ, 2003. - 592с.: ил. - (Методы в химии). - Лит.:с.587.-Предм.указ.:с.588. - ISBN 5-03-003471-4
2. Сборник задач по электрохимии: Учебное пособие для вузов / Под ред. Н.А.Колпаковой. - М.: Высшая школа, 2003. - 143с. - Лит.:с.142. - ISBN 5-06-004279-0.
- 3.Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика [Электронный ресурс] / Г. Хенце; пер. с нем. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 284 с.: ил. - (Методы в химии). - ISBN 978-5-9963-2376-0.
4. Белюстин А.А.Потенциометрия: физико-химические основы и применения: Уч.пособие.-Лань-Трейд, 2015. - ISBN 978-5-8114-1838-1

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Гаврилов С.А. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники. Высшее образование, 2009 г.
2. Дамаскин Б.Б. Электрохимия : Учебник для вузов (гриф) - 2-е изд.,испр.и перераб. - М.: КолосС: Химия, 2006. - 672с.: ил.. - Лит.:с.659.-Предм.указ.:с.666. - ISBN 5-9532-0295-4
- 3.Пентин Ю.А. Физические методы исследования в химии: Учебник для вузов (гриф). - М.: Мир, 2006. - 683с.: ил. - (Методы в химии). - с.657.-
- 4.С.В. Моржухина, Е.А. Денисова, М.П. Осмачко, П.П. Гладышев, Е.Г. Осадчий, А.В. Зотов. ОСНОВЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА. ЧАСТЬ 2. ПОТЕНЦИОМЕТРИЯ. ПОЛЯРОГРАФИЯ. Учебно-методическое пособие. Дубна, 2011
5. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине Издательство: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 г.( ЭБС "КнигаФонд")
6. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии / Лукомский Юрий Яковлевич, Гамбург Юлий Давидович. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. - 448с. : ил. - ISBN 978-5-91559-162-1.

## • Периодические издания

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/>
- Журнал аналитической химии / учредитель: РАН, отделение физикохимии и технологии неорганических материалов и Институт геохимии и аналитической химии. - М. : МАИК Наука . - Журнал, основан в 1946 году. - Содержание выпусков с 1999 г. на сайте журнала: <http://www.zhakh.ru/Lists/Content/view.aspx>
- Сенсорные системы. (доступ через Elibrary.ru.)
- Соросовский образовательный журнал (доступ через Elibrary.ru.)
- Биохимия (доступ через Elibrary.ru.)
- Медицинская техника (доступ через Elibrary.ru.)
- Прикладная биохимия и микробиология (доступ через Elibrary.ru.)
- Заводская Лаборатория. [Издательство "Тест-зл"](#) (доступ через Elibrary.ru.)- — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электрофоретические и хроматографические процессы [Воронежский государственный университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Аналитика и контроль (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Научный вестник Новосибирского государственного технического университета Новосибирский государственный технический университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета](#) Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- [Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Башкирский химический журнал ООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники"](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология Иркутский национальный исследовательский технический университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- [Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация Воронежский государственный университет](#) (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

***Электронно-библиотечные системы и базы данных***

- Университетская библиотека онлайн – [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

***Научные поисковые системы***

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ [http://elibrary.ru/project\\_risc.asp](http://elibrary.ru/project_risc.asp) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

***Профессиональные ресурсы сети «Интернет»***

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.lib.msu.su> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.msu.su> портал фундаментального химического образования России

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»