

**Государственное автономное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Смоленский областной институт развития образования»
(ГАУ ДПО СОИРО)**

РАССМОТРЕНО

на заседании Учёного совета
ГАУ ДПО СОИРО
Протокол № 1
от 31 января 2022 г.



УТВЕРЖДЕНО

Приказом ректора
ГАУ ДПО СОИРО
от 31 января 2022 г. № 10-од

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Организация экспериментальных работ по химии
с применением цифрового лабораторного оборудования
«Школьного Кванториума и мобильных приложений»**

Автор-составитель:

Марчевская Т.Н.,
доцент кафедры развития новых
технологий ДПО
ГАУ ДПО СОИРО

Смоленск
2022

Пояснительная записка

Настоящая программа призвана реализовать следующую функцию: развить профессиональную компетентность учителей химии в организации исследовательской деятельности на уроках химии с применением современного цифрового оборудования базового комплекта «Школьного Кванториума». Программа разработана в соответствии со следующими нормативно-правовыми документами:

– Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями);

– Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 (с изменениями и дополнениями);

– Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.12.2010 № 1897) (ред. 21.12.2020). – URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10.03.2021)

– Паспорт национального проекта «Образование» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319308/ (дата обращения: 10.08.2021).

– Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (утв. Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования»). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/cf742885e783e08d9387d7364e34f26f87ec138f/ (дата обращения: 10.08.2021).

– Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16.06.2019) (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25.12.2014 № 1115н и от 5.08.2016 г. № 422н). – URL: http://knmc.centerstart.ru/sites/knmc.centerstart.ru/files/ps_pedagog_red_2016.pdf (дата обращения: 10.03.2021);

– Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (утв.

распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12.01.2021 № Р-4). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374695 (дата обращения: 10.03.2021);

– Методические рекомендации по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей («Точка роста») (утв. распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12.01.2021 № Р-6). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374694/ (дата обращения: 10.03.2021).

Программа разработана с учетом содержания: примерной программы ООО по химии и примерной программы СОО по химии (на базовом и профильном уровне), кодификатора КИМ ЕГЭ по химии. Программа носит прикладной характер. Является естественным дополнением программы изучения химии на базовом и профильном уровне в части организации исследовательских экспериментов на уроках химии. Изучение данной программы позволит слушателям ознакомиться с различными методами и приёмами организации и проведения исследовательских экспериментов на уроках химии, приобрести умения использования этих приёмов в профессиональной деятельности.

Программа содействует сохранению единого образовательного пространства, не сковывая творческой инициативы учителей, предоставляет широкие возможности для реализации различных подходов к построению обучения школьников исследовательской деятельности. Эксперимент является источником знаний и критерием их истинности в науке. Концепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный исследовательский ученический эксперимент. Современные экспериментальные исследования по химии уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (далее – ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий (далее – УУД), приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

Учебный эксперимент по химии, проводимый на традиционном оборудовании (без применения цифровых лабораторий), не может в полной мере обеспечить решение всех образовательных задач в современной школе.

Цифровая лаборатория кардинальным образом изменяет методику и содержание экспериментальной деятельности и помогает решить вышеперечисленные проблемы. Широкий спектр цифровых датчиков позволяет учащимся знакомиться с параметрами физического эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне. С помощью цифровой лаборатории можно проводить длительный эксперимент даже в отсутствие экспериментатора. При этом измеряемые данные и результаты их обработки отображаются непосредственно на экране компьютера.

Курс реализуется через систему практических занятий слушателей.

Целевая аудитория: учителя химии общеобразовательных организаций Смоленской области, педагоги центров образования «Точка роста» естественно-научной направленности.

Цель реализации данной программы: совершенствование профессиональных компетенций педагогов в области организации исследовательских экспериментов по химии.

Реализация программы направлена на совершенствование следующих трудовых функций педагога:

№ п/п	Совершенствуемые трудовые функции		
	наименование	код	Уровень (подуровень) квалификации
1	Общепедагогическая функция. Обучение	A/01.6	6
2	Развивающая деятельность	A/03.6	6
3	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования Предмет «Химия»	B/03.6	6

Планируемые результаты обучения.

Слушатель, освоивший программу, должен:

Обладать профессиональными компетенциями, включающими в себя способность и готовность:

- к организации исследовательских экспериментов различного типа и уровня сложности по химии;
- к выбору оптимального способа их проведения.

владеть:

- навыками организации и проведения лабораторных демонстрационных и исследовательских экспериментов по химии;
- методическими приёмами проведения лабораторных демонстрационных и исследовательских экспериментов разных типов;

уметь:

- проводить лабораторные демонстрационные и исследовательские

эксперименты разными способами;

- отбирать наиболее оптимальный способ их проведения;
- использовать приёмы и методы проведения лабораторных демонстрационных и исследовательских экспериментов в профессиональной деятельности.

знать:

- алгоритм организации исследовательских экспериментов по химии;
- методы и приёмы проведения исследовательских экспериментов по химии.

Организационно-педагогические условия образовательного процесса:

кадровые: наличие у слушателей высшего или среднего профессионального педагогического образования без предъявления дополнительных требований к педагогическому стажу и квалификационной категории;

материально-технические: наличие специальной аудитории для демонстрации проведения занятий с возможностью организации групповой работы слушателей; наличие аналогового и цифрового измерительного и аналитического оборудования для организации лабораторных работ по химии; наличие автоматизированного рабочего места преподавателя в аудитории;

информационно-методические: наличие необходимого количества учебно-методической литературы, раздаточного материала.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

стажировки по теме «Организация экспериментальных работ по химии с применением цифрового лабораторного оборудования «Школьного Кванториума и мобильных приложений»

Цель обучения: совершенствование профессиональных компетенций учителей химии в области методики организации исследовательских экспериментов по химии.

Категория слушателей: учителя химии общеобразовательных организаций Смоленской области, педагоги центров образования «Точка роста» естественно-научной направленности.

Календарный учебный график:

Объём программы: 16 академических часов

Продолжительность обучения: 2 учебных дня

Срок обучения: 04.04.2022–05.04.2022

Форма обучения: очная с применением ДОТ и ЭО

Режим занятий: 8 академических часов в день

Количество учебных групп: 1, подгрупп:

Стажировочная площадка: Детский технопарк «Школьный Кванториум» на базе МБОУ СШ № 40 г. Смоленска

№ п/п	Название образовательных модулей	Количество часов				Формы промежуточной и итоговой аттестации	
		Всего	Аудиторных занятий		ДОТ и ЭО		
			Лекц.	Практ.	Лекц.		Практ.
1.	Диагностический	2	0	0	0	2	Тестирование
2.	Проведение экспериментов на уроках химии с применением цифрового оборудования	12	0	12	0	0	Собеседование
3.	Итоговая аттестация	2	0	0	0	2	Зачет
	Итого:	16	0	12	0	4	

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
стажировки по теме «Организация экспериментальных работ по химии
с применением цифрового лабораторного оборудования
«Школьного Кванториума и мобильных приложений»

Цель обучения: совершенствование профессиональных компетенций учителей химии в области методики организации исследовательских экспериментов задач

Категория слушателей: учителя химии общеобразовательных организаций Смоленской области, педагоги центров образования «Точка роста» естественно-научной направленности.

Календарный учебный график:

Объём программы: 16 академических часов

Продолжительность обучения: 2 учебных дня

Срок обучения: 04.04.2022 – 05.04.2022

Форма обучения: очная с применением ДОТ и ЭО

Режим занятий: 8 академических часов в день

Количество учебных групп: 1, подгрупп:

№ п/п	Название образовательных модулей	Количество часов					ФИО преподавателя, степень (звание), должность
		Всего	Аудиторных занятий		ДОТ и ЭО		
			Лекц.	Практ.	Лекц.	Практ.	
1.	Диагностический	2	0	0	0	2	
1.1.	Входная диагностика	1	0	0	0	1	
1.2.	Итоговая диагностика	1	0	0	0	1	
2.	Проведение экспериментов на уроках химии с применением цифрового оборудования	12	0	12	0	0	
2.1.	Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделе «Методы научного познания»	3	0	1	0	0	
2.2.	Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделе «Общая химия»	3	0	3	0	0	
2.3.	Практикум «Организация исследовательских экспериментов с	3	0	3	0	0	

№ п/п	Название образовательных модулей	Количество часов					ФИО преподавателя, степень (звание), должность
		Всего	Аудиторных занятий		ДОТ и ЭО		
			Лекц.	Практ.	Лекц.	Практ.	
	применением цифрового оборудования в разделах «Неорганическая химия»						
2.4.	Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделе «Органическая химия»	3	0	3	0	0	
3.	Зачет	2	0	0	0	2	
	Итого:	16	0	12	0	4	

Содержание

Рабочая программа модуля № 1. Диагностический модуль

Диагностика слушателей проводится в формате тестирования.

1.1. Входная диагностика

Тест

1. Цифровизация в образовательном процессе – это (выберите все правильные ответы):

- А) инструмент эффективной доставки информации и знаний обучающимся;
- Б) учебные материалы для обучающихся;
- В) инструмент эффективного способа преподавания;
- Г) методическое обеспечение для учителя;
- Д) средство построения новой образовательной среды.

2. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописаны УУД, приобретаемые учащимися. Какое УУД формируется при использовании в учебном процессе ЦЛ?

- А) умение организовать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе;
- Б) умение проведения опытов, простых и экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов;
- В) умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности ее решения.

3. Выберите описание цифровой(компьютерной) лаборатории (ЦЛ):

- А) прибор для получения небольших количеств газов: водорода, кислорода (из пероксида водорода), углекислого газа;
- Б) программно-аппаратный комплекс, датчиковая система – комплект учебного оборудования, включающий измерительный блок, интерфейс которого позволяет обеспечивать связь с персональным компьютером, и набор датчиков, регистрирующих значения различных физических величин;
- В) прибор предназначен для нагрева стеклянных и фарфоровых сосудов, когда требуется создать вокруг нагреваемого сосуда равномерное температурное поле.

4. Использование цифровой лаборатории в образовательном процессе позволяет:

- А) осуществлять новые подходы в обучении;
- Б) способствовать формированию у учеников навыков самостоятельного поиска, обработки и анализа информации, раскрытию творческого потенциала обучающихся;

В) создать образовательные ресурсы, содержащие различные виды образовательных объектов;

Г) все вышеперечисленное.

5. Укажите основные преимущества цифровой лаборатории:

А) программное обеспечение;

Б) методические рекомендации;

В) множество датчиков;

Г) адаптировано под российский стандарт образования.

6. В каком виде учащиеся обучаются представлять информацию об исследовании в процессе формирования экспериментальных умений?

Выберите все правильные ответы.

А) в вербальном; Г) в графическом;

Б) в текстовом; Д) в виде звуковой информации;

В) в табличном; Е) в виде математических уравнений.

7. Какие проблемы могут возникнуть при использовании ЦЛ?

Выберите все правильные ответы.

А) недостаточная комплектация наборов;

Б) некорректная работа датчиков;

В) сбой работы программного обеспечения;

Г) сбой синхронизации датчика и компьютера(планшета);

Д) перегрев датчиков.

8. Укажите основные особенности подготовки учителя к проведению ЛР с применением ЦЛ. Выберите несколько правильных ответов.

А) проверка корректной работы всех элементов лабораторной установки;

Б) подготовка комплектов на каждую малую группу обучающихся;

В) калибровка датчиков;

Г) проверка корректной работы необходимого ПО.

9. Выберите темы, в которых можно использовать цифровую лабораторию Releon с датчиком температуры:

А) Перенасыщенные растворы;

Б) Чистые вещества и смеси;

В) Изучение физических свойств металлов;

Г) Влияние концентрации раствора на диссоциацию;

Д) Определение рН раствора.

10. Назовите датчик цифровой лаборатории Releon, который можно использовать при изучении темы: «Теория электролитической диссоциации».

11. Назовите темы из разных разделов химии, при изучении которых можно использовать цифровую лабораторию Releon при организации

исследовательских, экспериментальных работ.

1.2. Итоговая диагностика

Тест

1. Цифровизация в образовательном процессе – это (выберите все правильные ответы):

- А) инструмент эффективной доставки информации и знаний обучающимся;
- Б) учебные материалы для обучающихся;
- В) инструмент эффективного способа преподавания;
- Г) методическое обеспечение для учителя;
- Д) средство построения новой образовательной среды.

2. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописаны УУД, приобретаемые учащимися. Какое УУД формируется при использовании в учебном процессе ЦЛ?

- А) умение организовать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе;
- Б) умение проведения опытов, простых и экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов;
- В) умение оценивать правильность выполнения учебной задачи, собственные возможности ее решения.

3. Выберите описание цифровой (компьютерной) лаборатории (ЦЛ):

- А) прибор для получения небольших количеств газов: водорода, кислорода (из пероксида водорода), углекислого газа;
- Б) программно-аппаратный комплекс, датчиковая система – комплект учебного оборудования, включающий измерительный блок, интерфейс которого позволяет обеспечивать связь с персональным компьютером, и набор датчиков, регистрирующих значения различных физических величин;
- В) прибор предназначен для нагрева стеклянных и фарфоровых сосудов, когда требуется создать вокруг нагреваемого сосуда равномерное температурное поле.

4. Использование цифровой лаборатории в образовательном процессе позволяет:

- А) осуществлять новые подходы в обучении;
- Б) способствовать формированию у учеников навыков самостоятельного поиска, обработки и анализа информации, раскрытию творческого потенциала обучающихся;
- В) создать образовательные ресурсы, содержащие различные виды образовательных объектов;

Г) все вышеперечисленное.

5. Укажите основные преимущества цифровой лаборатории:

А) программное обеспечение;

Б) методические рекомендации;

В) множество датчиков;

Г) адаптировано под российский стандарт образования.

6. В каком виде учащиеся обучаются представлять информацию об исследовании в процессе формирования экспериментальных умений?

Выберите все правильные ответы.

А) в вербальном; Г) в графическом;

Б) в текстовом; Д) в виде звуковой информации;

В) в табличном; Е) в виде математических уравнений.

7. Какие проблемы могут возникнуть при использовании ЦЛ?

Выберите все правильные ответы.

А) недостаточная комплектация наборов;

Б) некорректная работа датчиков;

В) сбой работы программного обеспечения;

Г) сбой синхронизации датчика и компьютера(планшета);

Д) перегрев датчиков.

8. Укажите основные особенности подготовки учителя к проведению ЛР с применением ЦЛ. Выберите несколько правильных ответов.

А) проверка корректной работы всех элементов лабораторной установки;

Б) подготовка комплектов на каждую малую группу обучающихся;

В) калибровка датчиков;

Г) проверка корректной работы необходимого ПО.

9. Выберите темы, в которых можно использовать цифровую лабораторию Releon с датчиком температуры:

А) Перенасыщенные растворы;

Б) Чистые вещества и смеси;

В) Изучение физических свойств металлов;

Г) Влияние концентрации раствора на диссоциацию;

Д) Определение pH раствора.

10. Назовите датчик цифровой лаборатории Releon, который можно использовать при изучении темы: «Теория электролитической диссоциации».

11. Назовите темы из разных разделов химии, при изучении которых можно использовать цифровую лабораторию Releon при организации исследовательских, экспериментальных работ.

Рабочая программа модуля 2. Проведение экспериментов на уроках химии с применением цифрового оборудования

2.1. Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделе «Методы научного познания». Особенности методов изучения веществ и химических явлений. Экспериментальные основы химии. Первоначальные химические понятия. Примеры практических и лабораторных работ: Практическая работа «Изучение строения пламени», Лабораторный опыт «До какой температуры можно нагреть вещество», Лабораторный опыт «Водопроводная и дистиллированная вода», Демонстрационный эксперимент «Разложение воды электрическим током», Демонстрационный эксперимент «Выделение и поглощение тепла – признак химической реакции».

2.2. Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделе «Общая химия».

Основные этапы организации и проведения исследовательских экспериментов по разделу «Общая химия». Разбор основных ошибок при выполнении лабораторных работ. Пример организации и проведения практических и лабораторных работ: Лабораторный опыт «Изучение зависимости растворимости вещества от температуры», Практическая работа «Определение концентрации веществ колориметрическим методом», Лабораторный опыт «Определение pH различных сред», Практическая работа «Электролиты и неэлектролиты», Экспериментальное определение концентрации ионов меди в выданном растворе.

2.3. Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделах «Неорганическая химия». Разбор организации исследовательской работы по теме «Неорганическая химия»: Лабораторный опыт «Сравнительное определение растворимости галогенидов серебра», Демонстрационный опыт «Изучение физических и химических свойств хлора», Лабораторный опыт «Окисление железа во влажном воздухе».

2.4. Практикум «Организация исследовательских экспериментов с применением цифрового оборудования в разделе «Органическая химия». Пример организации и проведения практических и лабораторных работ: Опыт «Сравнение температуры кипения одноатомных спиртов». Опыт «Сравнение температур кипения изомеров». Опыт «Изучение испарения органических веществ», Лабораторный опыт «Распознавание растворов органических кислот», Лабораторный опыт «Сравнение основных свойств аммиака и метиламина».

Промежуточная аттестация проводится в форме собеседования.

Вопросы для промежуточной аттестации:

1. Какие эксперименты с применением цифрового оборудования можно

провести при изучении раздела «Методы научного познания»?

2. Какие эксперименты с применением цифрового оборудования можно провести при изучении «Общей химии»?

3. Какие эксперименты с применением цифрового оборудования можно провести при изучении «Неорганической химии»?

4. Какие эксперименты с применением цифрового оборудования можно провести при изучении «Органической химии»?

Оценочные материалы

Вопросы и задания для промежуточной аттестации приведены в рабочих программах модулей.

Итоговая аттестация проводится в форме зачета.

Задание для зачета

1. Сформулируйте тему экспериментальной работы по предмету «Химия» с применением цифровых лабораторий Releon. Предложите методическую разработку занятия с проведением экспериментальной работы по химии с применением цифровых лабораторий Releon.

Литература

1. Васильев В. П., Морозова Р. П., Кочергина Л.А. Практикум по аналитической химии: Учебн. пособие для вузов. – М.: Химия, 2000. – 328 с.
2. Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты. ГДР. 1974. Пер. с нем. – Л.: Химия, 1979. – 392 с.
3. Дерпгольц В.Ф. Мир воды. – Л.: Недра, 1979. – 254 с.
4. Жилин Д.М. Общая химия. Практикум L-микро. Руководство для студентов. – М.: МГИУ, 2006. – 322 с.
5. Использование цифровых лабораторий при обучении химии в средней школе / Беспалов П.И., Дорофеев М.В., Жилин Д.М., Зими́на А.И., Оржековский П.А. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 229 с.
6. Кристаллы. Кристаллогидраты: Методические указания к лабораторным работам. Мифтахова Н. Ш., Петрова Т. Н., Рахматуллина И. Ф. – Казань: Казан. гос. технол. ун-т., 2006. – 24 с.
7. Леенсон И.А. 100 вопросов и ответов по химии: Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и семинаров: Учебное пособие. – М.: АСТ, Астрель, 2002. – 347 с.
8. Леенсон И.А. Химические реакции: Тепловой эффект, равновесие, скорость. – М.: ООО «Издательство Астрель, 2002. – 192 с.
9. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1971. – С. 71–89.
10. Назарова Т.С., Грабецкий А.А., Лаврова В.Н. Химический эксперимент в школе. – М.: Просвещение, 1987. – 240 с.
11. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю.Д. Третьякова. Т. 1:Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / М.Е. Тамм, Ю.Д. Третьяков. – М.: Академия, 2004. – 240 с.
12. Петрянов И.В. Самое необыкновенное вещество в мире. – М.: Педагогика, 1976. – 96 с.
13. Стрельникова Л.Н. Из чего все сделано? Рассказы о веществе. – М.: Яуза-пресс. 2011. – 208 с.
14. Сусленникова В.М, Киселева Е.К. Руководство по приготовлению титрованных растворов. – Л.: Химия, 1967. – 139 с.
15. Фарадей М. История свечи: Пер. с англ. / Под ред. Б.В. Новожилова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 128 с.
16. Хомченко Г.П., Севастьянова К.И. Окислительно-восстановительные реакции. – М.: Просвещение, 1989. – 141 с.
17. Энциклопедия для детей. Том 17. Химия / Глав. ред. В.А. Володин, вед. науч. ред. И. Леенсон. – М.: Аванта +, 2003. – 640 с.

18. Эртимо Л. Вода: книга о самом важном веществе в мире: пер. с фин. – М.: КомпасГид, 2019. – 153 с.

19. Чертков И.Н., Жуков П.Н. Химический эксперимент с малыми количествами реактивов. – М.: Просвещение, 1989. – 191 с.

Интернет-ресурсы

1. Сайт МГУ. Программа курса химии для учащихся 8–9 классов общеобразовательной школы. [Электронный ресурс] – URL: <http://www.chem.msu.su/rus/books/2001-2010/eremin-chemprog>.

2. Сайт ФИПИ. Открытый банк заданий для формирования естественно-научной грамотности. [Электронный ресурс] – URL: <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti>

3. Сайт Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. [Электронный ресурс] – URL: <http://schoolcollection.edu.ru/catalog>.

4. Сайт Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. [Электронный ресурс] – URL: <http://fcior.edu.ru/>

5. Занимательные опыты по химии. [Электронный ресурс] – URL: <https://melscience.com/RU-ru/chemistry/>