



**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 121 Г. ЧЕЛЯБИНСКА»**

Принята на заседании  
МО «Естественнонаучных  
дисциплин» № 5 от 26.05.2026

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска»  
Синицина Н.Г.



**Дополнительная общеобразовательная  
общеразвивающая программа  
«Химический навигатор: от теории к практике»**  
Возраст обучающихся: 16-17 лет  
Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:  
Маркитан Семен Васильевич,  
учитель высшей категории

Челябинск, 2026

## ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТА ПРОГРАММЫ

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Учреждение</b>                                                                    | Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 121 г. Челябинска»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Полное название программы</b>                                                     | Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Химический навигатор: от теории к практике»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Ф.И.О., должность, категория</b>                                                  | Маркитан Семен Васильевич, учитель высшей категории                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Сведения о программе</b>                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Нормативная база</b>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ФЗ «Об образовании в РФ» N 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года (в редакции от 17.02.2023);</li> <li>- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 года N 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;</li> <li>- Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 года № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года и плана мероприятий по ее реализации».</li> <li>- СП 2.4.3648-20. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи;</li> <li>- Устав МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска».</li> </ul> |
| <b>Область применения</b>                                                            | Дополнительное образование                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Вид программы</b>                                                                 | Общеразвивающая                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Тип программы</b>                                                                 | Модифицированная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Направленность программы</b>                                                      | Естественно-научная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Форма обучения</b>                                                                | Очная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Форма организации содержания и процесса педагогической деятельности программы</b> | Комплексная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Уровень реализации программы</b>                                                  | Продвинутый                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Уровень освоения содержания программы</b>                                         | Общекультурный                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Возраст обучающихся</b>                                                           | 16-17 лет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Продолжительность реализации программы</b>                                        | 1 год                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Рассмотрена на Методическом Совете</b>                                            | Протокол №5 МО «Естественнонаучных дисциплин» МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## Содержание

### Оглавление

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы .....                             | 4         |
| 1.1 Пояснительная записка .....                                                       | 4         |
| 1.2. Цель и задачи программы.....                                                     | 6         |
| 1.3. Содержание программы .....                                                       | 8         |
| 1.4 Планируемые результаты .....                                                      | 11        |
| <b>ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....</b>                                                     | <b>11</b> |
| Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий .....                        | 16        |
| 2.1. Календарный учебный график.....                                                  | 16        |
| 2.2. Учебный план .....                                                               | 16        |
| 2.3. Условия реализации программы.....                                                | 16        |
| Раздел 3. Воспитательная деятельность .....                                           | 20        |
| 3.1. Цель, задачи, целевые ориентиры: .....                                           | 20        |
| 3.2. Формы и методы воспитания .....                                                  | 21        |
| 3.4. Календарный план воспитательной работы .....                                     | 22        |
| Раздел 4. Формы текущего контроля, промежуточной аттестации и оценочные материалы ... | 25        |
| 4.1. Формы аттестации.....                                                            | 25        |
| 4.2. Оценочные материалы .....                                                        | 27        |
| Список литературы .....                                                               | 31        |
| Приложения .....                                                                      | 33        |
| ТЕМЫ УЧЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ .....                                     | 33        |
| КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....                                              | 33        |

## **Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы**

### **1.1 Пояснительная записка**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Химический навигатор: от теории к практике» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (ФГОС СОО) и ориентирована на систематизацию фундаментальных теоретических знаний, отработку алгоритмов решения задач повышенной сложности (уровня ЕГЭ и региональных/всероссийских олимпиад) и формирование прогностических навыков в области общей и неорганической химии. Программа реализует интегративный подход, объединяющий квантово-механические модели строения вещества, термодинамические и кинетические закономерности, принципы химического равновесия и профильный расчётный блок в единую практико-ориентированную образовательную траекторию.

Программа основывается на следующих нормативных документах Российской Федерации, Челябинской области, муниципального образования и МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска»:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 17.02.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.02.2023).

- Федеральный проект «Успех каждого ребенка», утвержденный президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16;

- Распоряжение Правительства РФ от 31 марта 2022 г. № 678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации».

- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 № 996-р;

- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648- 20 «Санитарно эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03 сентября 2019 года № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»

- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 02 февраля 2021 года № 38 «О внесении изменений в Целевую модель развития региональных систем дополнительного образования детей, утвержденную приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 03 сентября 2019 года № 467»;

- Приказ Министерства просвещения РФ от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным образовательным программам»;

– Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы));

– Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 сентября 2021 года № 652н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»

– Конвенция о правах ребенка (резолюция 44/25 Генеральной Ассамблеи ООН от 20.11.1989);

– Закон Челябинской области от 29.08.2013 № 515-ЗО «Об образовании в Челябинской области» (с изменениями и дополнениями);

– Приказ Министерства образования и науки Челябинской области от 05.10.2020 № 01/2091 «Об утверждении концепции непрерывного экологического образования в системе общего образования Челябинской области»;

– Устав МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска» и другие локальные акты учреждения.

Новизна программы заключается в алгоритмизации методов решения профильных задач и смещении фокуса с репродуктивного запоминания на аналитико-прогностическую деятельность. Программа интегрирует теоретические модули (квантовая модель атома, термодинамика, кинетика, равновесие, ОВР, гидролиз) с прикладным расчётным блоком, где каждый теоретический концепт немедленно верифицируется через решение задач уровня ЕГЭ и олимпиад. Новизна проявляется в использовании цифровых симуляторов для визуализации электронных конфигураций и термодинамических процессов, применении методов анализа размерностей и «электронных ключей» для прогнозирования продуктов сложных реакций, а также в сквозной системе отработки типовых ошибок и формирования экзаменационной стратегии.

**Актуальность программы** обусловлена объективными образовательными и социальными запросами:

- **Экзаменационно-профильный запрос:** необходимость качественной подготовки выпускников к ЕГЭ по химии на высокий балл и успешного прохождения вступительных испытаний в ведущие вузы химико-технологического, медицинского, биологического и инженерного профилей.

- **Когнитивный запрос:** потребность старшеклассников в развитии структурного и критического мышления, умении работать с многофакторными моделями (стехиометрия, термодинамика, равновесие, электролиз) и отличать научные методы от псевдонаучных интерпретаций.

- **Профессиональный запрос:** формирование базовых компетенций, востребованных в современных наукоемких отраслях (фармацевтика, материаловедение, экологический мониторинг, химическая технология), где способность прогнозировать поведение веществ и рассчитывать параметры процессов является ключевой.

**Педагогическая целесообразность** программы определяется её

направленностью на создание развивающей аналитической среды, где обучающийся переходит от пассивного восприятия материала к активному конструированию алгоритмов решения. Модульно-блочная структура позволяет гибко адаптировать темп и глубину изучения под уровень группы, обеспечивая преемственность между теоретическим осмыслением (почему реакция идёт именно так?) и практической реализацией (как точно рассчитать выход, концентрацию или тепловой эффект?). Программа учитывает возрастные особенности 11-классников (16–17 лет): зрелость абстрактно-логического мышления, сформированность учебной мотивации, готовность к самостоятельной работе со справочными данными и нормативными документами (ФИПИ, олимпиадные банки задач).

**Адресат программы:** обучающиеся 11 класса (16–17 лет), проявляющие повышенный интерес к химии, планирующие сдачу ЕГЭ на высокий балл и поступающие в вузы естественно-научного и инженерно-технологического профиля.

**Уровень программы:** углублённый / профильный.

**Форма обучения:** очная, групповая.

**Форма организации образовательного процесса:** модульно-блочная с преобладанием семинаров-практикумов, алгоритмических разборов задач и цифрового моделирования.

**Объём программы:** 72 академических часа (1 учебный год, 2 занятия в неделю по 1 академическому часу).

**Срок освоения:** 1 год.

Программа обеспечивает формирование личностных, метапредметных и предметных результатов в полном соответствии с требованиями ФГОС СОО, делая акцент на химической грамотности, аналитической компетентности, экзаменационной стратегии и готовности к непрерывному образованию в сфере естественных наук и высоких технологий.

## 1.2. Цель и задачи программы

**Цель программы:** создание условий для систематизации и углубления теоретических знаний по общей и неорганической химии, формирования устойчивых алгоритмических навыков решения задач профильного уровня (ЕГЭ, региональные и всероссийские олимпиады) и развития аналитического мышления через интегрированный подход, сочетающий теоретические модули (строение вещества, термодинамика, кинетика, равновесие, ОВР) с профильным расчётно-экспериментальным практикумом и проектно-исследовательской деятельностью.

**Задачи:**

Образовательные (предметные):

- Систематизировать и углубить знания о квантово-механической модели атома, типах химической связи, гибридизации, кристаллических решётках и закономерностях изменения свойств элементов в Периодической системе.
- Сформировать целостное представление о термодинамических (энтальпия, энтропия, энергия Гиббса) и кинетических (скорость реакции, правило Вант-Гоффа, катализ, механизм реакций) закономерностях химических

процессов, а также о принципах смещения химического равновесия.

- Отработать алгоритмы решения расчётных задач профильного уровня: стехиометрия, газовые законы (уравнение Менделеева-Клапейрона), растворы и электролиз, термохимические расчёты, задачи на смеси, примеси и выход продукта.

- Обучить методам прогнозирования продуктов реакций, составления ионно-электронных схем ОВР (включая диспропорционирование и конпропорционирование), анализа гидролиза солей и кислотно-основных свойств неорганических соединений.

- Сформировать навыки работы с нормативными материалами ЕГЭ и олимпиадными банками задач, умение применять межпредметные связи (физика, математика, материаловедение) при решении комплексных химических задач.

Развивающие:

- Развивать алгоритмическое и структурное мышление: умение декомпозировать сложные задачи, выстраивать логические цепочки рассуждений, выбирать оптимальные методы решения и самостоятельно верифицировать ответы.

- Формировать исследовательские компетенции: постановка гипотез, планирование многоэтапного эксперимента, статистическая обработка данных, работа со справочной литературой, цифровыми симуляторами и базами химических веществ.

- Развивать критическое мышление и функциональную грамотность: анализ рекламных и псевдонаучных утверждений о «натуральности», «безопасности» или «уникальности» веществ, оценка экологических и технологических рисков химических производств.

- Совершенствовать коммуникативные навыки и цифровую грамотность: использование химических калькуляторов, программ для расчётов и 3-моделирования молекул, подготовка научных презентаций, участие в академических дискуссиях и защита решений на профильном уровне.

- Развивать навыки самоорганизации и рефлексии: планирование учебной нагрузки, самоконтроль при решении задач, анализ типичных ошибок, корректировка стратегии подготовки к экзаменам и олимпиадам.

Воспитательные:

- Воспитывать уважение к научному методу, академической этике и интеллектуальному труду, понимание ценности точности, доказательности и системности в естественно-научном познании.

- Способствовать профессиональному самоопределению через погружение в профильную химическую практику, знакомство с современными направлениями (материаловедение, фармацевтика, экологический мониторинг, химическая технология) и формирование готовности к непрерывному образованию в вузах естественно-научного и инженерно-технологического профиля.

- Формировать ответственное отношение к технике безопасности, экологической культуре и принципам «зелёной» химии, осознание последствий

применения химических знаний в промышленности, энергетике и быту.

- Развивать волевые качества и стрессоустойчивость: умение работать в условиях ограниченного времени, преодолевать интеллектуальные трудности, сохранять мотивацию и концентрацию при решении задач повышенной сложности.

- Воспитывать гражданскую позицию и патриотизм через изучение вклада отечественных учёных (Д.И. Менделеев, А.М. Бутлеров, Н.Н. Семёнов, А.Е. Фаворский) и понимание роли российской химической науки в обеспечении технологического суверенитета, ресурсной и экологической безопасности страны.

### 1.3. Содержание программы

#### Учебно-тематический план

##### Учебно-тематический план

| № п/п                                                           | Наименование разделов/тем                                                    | Всего часов | Теория | Практика | Формы организации занятий                     | Формы аттестации (контроля)                     |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|----------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>11 класс</b>                                                 |                                                                              |             |        |          |                                               |                                                 |
| <b>ВВОДНЫЙ БЛОК</b>                                             |                                                                              |             |        |          |                                               |                                                 |
| 1                                                               | Навигация по химическому миру: старт, цели и стратегии успеха                | 2           | 1      | 1        | Лекция, анкетирование, стратегическая сессия  | Входное тестирование                            |
| <b>МОДУЛЬ 1. Теоретические основы общей химии</b>               |                                                                              |             |        |          |                                               |                                                 |
| 1                                                               | Квантовый код материи: орбитали, конфигурации и изотопная карта              | 4           | 2      | 2        | Семинар, электронно-графическое моделирование | Тест, построение конфигураций                   |
| 2                                                               | Архитектура молекул: связи, гибриды и кристаллические миры                   | 4           | 2      | 2        | Комбинированное занятие, 3-визуализация       | Задание на прогноз свойств по типу решётки      |
| 3                                                               | Движение и энергия реакций: скорость, энтропия и критерий самопроизвольности | 5           | 2      | 3        | Практикум, разбор энергетических диаграмм     | Расчётные задачи на скорость и тепловые эффекты |
| 4                                                               | Баланс сил: константы, сдвиги и управление равновесием                       | 5           | 2      | 3        | Кейс-сессия, моделирование сдвигов            | Задача на расчёт состава равновесной смеси      |
| <b>МОДУЛЬ 2. Неорганическая химия: систематизация и глубина</b> |                                                                              |             |        |          |                                               |                                                 |
| 1                                                               | Периодический лабиринт: тренды, свойства и предсказания элементов            | 6           | 2      | 4        | Комбинированное занятие, составление цепочек  | Цепочка превращений (d-элементы)                |
| 2                                                               | Вселенная соединений: оксиды, кислоты, соли и комплексные системы            | 4           | 2      | 2        | Семинар, работа со справочными таблицами      | Тест на классификацию и номенклатуру            |
| 3                                                               | Водные превращения:                                                          | 6           | 2      | 4        | Практикум, расчёт                             | Расчётные                                       |



|                                                          |                                                                                             |    |    |    |                                                        |                                                |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                                                          | рН, ступенчатый гидролиз и управление средой                                                |    |    |    | рН, констант гидролиза                                 | задачи на гидролиз и буферные системы          |
| 4                                                        | Электронный танец: баланс, диспропорционирование и окислительно-восстановительные лабиринты | 6  | 2  | 4  | Мастерская по балансировке, разбор сред                | Зачёт по составлению сложных ОВР               |
| <b>МОДУЛЬ 3. Профильные расчёты и олимпиадные задачи</b> |                                                                                             |    |    |    |                                                        |                                                |
| 1                                                        | Математика реакций: примеси, выход и алгоритмы точных расчётов                              | 6  | 1  | 5  | Практикум, отработка типовых схем ЕГЭ (№27-29)         | Контрольная работа (расчётный блок)            |
| 2                                                        | Повелители газов: уравнения, смеси и законы объёмов                                         | 4  | 1  | 3  | Комбинированное занятие, графический анализ            | Тест, задачи на объёмные доли                  |
| 3                                                        | Жидкие системы и ток: растворимость, кристаллогидраты и электролитические процессы          | 6  | 1  | 5  | Практикум, разбор схем электролиза расплавов/растворов | Расчётные задачи на электролиз и массовые доли |
| 4                                                        | Тепло реакций: закон Гесса, циклы и энергетические паспорта веществ                         | 4  | 1  | 3  | Семинар, построение термохимических циклов             | Самостоятельная работа                         |
| 5                                                        | Высшая лига: дедукция, качественные ключи и цепочки-головоломки                             | 6  | 0  | 6  | Разбор олимпиад прошлых лет, интеллектуальная игра     | Защита решения олимпиадной задачи              |
| <b>ИТОГОВЫЙ БЛОК</b>                                     |                                                                                             |    |    |    |                                                        |                                                |
| 1                                                        | Финишная прямая: пробный ЕГЭ, разбор полётов и личный маршрут                               | 4  | 0  | 4  | Пробный ЕГЭ/олимпиада, рефлексия, консультация         | Итоговый тест, портфолио                       |
|                                                          | <b>ИТОГО</b>                                                                                | 72 | 21 | 51 |                                                        |                                                |

## Содержание учебно-тематического плана 10 класс

### ВВОДНЫЙ БЛОК (2 ч)

Теория: Знакомство со структурой и логикой программы. Анализ требований ФИПИ к ЕГЭ профильного уровня и критериев региональных/всероссийских олимпиад. Методы эффективной подготовки, тайм-менеджмент в химии, работа с открытыми банками заданий.

Практика: Входная диагностика уровня подготовки, выявление пробелов, постановка индивидуальных целей, составление личного графика отработки заданий повышенной сложности.

Формы контроля: Тест на определение стартового уровня, анкета целеполагания, стратегическая карта подготовки.

### **МОДУЛЬ 1. Теоретические основы общей химии**

Теория: Квантово-механическая модель атома: главное, орбитальное, магнитное и спиновое квантовые числа. Принципы Паули, Хунда, правило Клечковского. Электронные конфигурации элементов в основном и возбуждённом состояниях (s-, p-, d-, f-семейства). Понятие изотопов, основы радиоактивности. Типы химической связи (ковалентная полярная/неполярная, ионная, металлическая, водородная), механизмы образования (обменный, донорно-акцепторный). Гибридизация атомных орбиталей ( $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ) и её влияние на геометрию молекул. Типы кристаллических решёток и их связь с физическими свойствами веществ. Межмолекулярные взаимодействия. Химическая кинетика: скорость реакции, закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, энергия активации, роль катализаторов. Термодинамика: энтальпия ( $\Delta H$ ), энтропия ( $\Delta S$ ), энергия Гиббса ( $\Delta G$ ), критерии самопроизвольного протекания процессов. Химическое равновесие: константа равновесия ( $K_c$ ,  $K_p$ ), принцип Ле Шателье, факторы смещения равновесия, расчёт равновесных концентраций.

Практика: Построение электронных и электронно-графических формул, прогноз типов связей и гибридизации по структуре молекул, решение задач на скорость реакции и тепловой эффект, моделирование сдвигов химического равновесия при изменении параметров, расчёт констант диссоциации и степеней диссоциации слабых электролитов.

Формы контроля: Тестирование по квантовым числам и конфигурациям, задачи на расчёт  $\Delta G$  и константы равновесия, защита решений кейсов по смещению равновесия.

### **МОДУЛЬ 2. Неорганическая химия: систематизация и глубина**

Теория: Закономерности изменения свойств в ПСХЭ: металлические/неметаллические свойства, электроотрицательность, радиусы атомов/ионов, кислотно-основной характер оксидов и гидроксидов, окислительно-восстановительные свойства. Классификация и свойства оксидов, гидроксидов, кислот, солей (средние, кислые, основные, двойные, комплексные). Химия s-, p-, d-элементов: особенности простых веществ и их соединений, амфотерность, координационные соединения. Гидролиз солей: механизм, качественная оценка среды, количественный расчёт (константа гидролиза,  $pH$ ), ступенчатый гидролиз, подавление гидролиза, совместный гидролиз. Окислительно-восстановительные реакции: степени окисления, окислители/восстановители, методы электронного баланса и ионно-электронных схем (полуреакций), диспропорционирование и конпропорционирование, прогнозирование продуктов в разных средах (кислой, нейтральной, щелочной).

Практика: Составление генетических цепочек превращений для s/p/d-элементов, качественный анализ катионов и анионов, расчёт  $pH$  растворов солей, балансировка сложных ОВР с участием амфотерных элементов и пероксидов, решение задач на смеси и избыток/недостаток в неорганических реакциях.

Формы контроля: Зачёт по составлению и балансировке ОВР, расчётные задачи на гидролиз и концентрацию ионов, защита цепочек превращений d-элементов.

### **МОДУЛЬ 3. Профильные расчёты и олимпиадные задачи**

*Теория:* Алгоритмизация решения расчётных задач профильного уровня. Стехиометрия: массовая доля примесей, практический выход продукта, расчёт состава смесей. Газовые законы: уравнение состояния идеального газа ( $pV = nRT/M$ ), законы Авогадро и Гей-Люссака, парциальные давления, расчёты по газовым смесям. Растворы и электролиз: растворимость при изменении температуры, кристаллогидраты, массовая/молярная доля, законы Фарадея для электролиза расплавов и водных растворов, процессы на инертных и активных электродах. Термохимические расчёты: закон Гесса, следствия из него, расчёт энтальпии образования и теплового эффекта реакций. Олимпиадные методики: анализ размерностей, «атомные» и «электронные» ключи, построение логических цепочек с неизвестными веществами, качественный анализ по физико-химическим свойствам.

*Практика:* Отработка типовых заданий ЕГЭ (№27-34), решение комбинированных задач на смеси газов и твёрдых веществ, расчёт параметров электролиза, построение термохимических циклов, разбор олимпиадных задач регионального и всероссийского уровней, интеллектуальные игры на дедуктивный анализ.

*Формы контроля:* Контрольные работы по расчётному блоку, сессии по решению задач повышенной сложности, защита олимпиадного решения с комментариями.

### **ИТОГОВЫЙ БЛОК**

*Теория:* Структура и специфика итоговой аттестации. Методы самоанализа ошибок, коррекция индивидуальных стратегий подготовки, рекомендации по дальнейшему профильному обучению.

*Практика:* Проведение итоговой диагностической работы в формате, приближенном к реальному экзамену/олимпиаде. Детальный разбор типичных ошибок, анализ динамики освоения программы, формирование итогового портфолио с лучшими решениями и персональными рекомендациями.

*Формы контроля:* Итоговый пробный экзамен, рефлексивная анкета, защита индивидуального маршрута дальнейшего обучения.

## **1.4 Планируемые результаты**

### **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Гражданско-патриотическое воспитание и научная идентичность:

- Осознание роли химической науки в обеспечении технологического суверенитета, ресурсной и экологической безопасности Российской Федерации; понимание вклада отечественных учёных (Д.И. Менделеев, А.М. Бутлеров, Н.Н. Семёнов, А.Е. Фаворский) в становление мировой химии.

- Готовность к участию в научно-просветительской, волонтерской и экологической деятельности на школьном и муниципальном уровнях, стремление применять химические знания на благо общества.

- Способность аргументированно отстаивать научно обоснованную позицию в дискуссиях о химизации общества, «зелёных» технологиях и рациональном природопользовании.

Ценности научного познания и критическое мышление:

- Убеждённость в познаваемости мира через эксперимент, моделирование и теоретический анализ; понимание специфики химии как экспериментальной науки и её роли в решении глобальных проблем (энергетических, медицинских, экологических).

- Критическое отношение к псевдонаучным утверждениям, мифам о «натуральности» или «абсолютной безопасности» веществ, умение верифицировать информацию с опорой на доказательные данные и рецензируемые источники.

- Заинтересованность в исследовательской и проектной деятельности, готовность к непрерывному самообразованию, развитию академической грамотности и соблюдению принципов научной этики.

Экологическая культура и безопасное поведение:

- Формирование экологически грамотного поведения: понимание принципов «зелёной» химии, жизненного цикла веществ, последствий химического загрязнения и методов утилизации отходов.

- Осознанное отношение к технике безопасности в лаборатории и быту, понимание молекулярных механизмов токсичности, неприятие вредных привычек (курение, употребление алкоголя, наркотических веществ) на основе химических и биохимических знаний.

- Ответственность за собственные действия, способность прогнозировать экологические и технологические риски, принимать обоснованные решения в области устойчивого развития.

Профессиональное самоопределение и трудовое воспитание:

- Сформированность интереса к профессиям химико-технологического, фармацевтического, биотехнологического, экологического и инженерно-аналитического профиля; понимание требований современного рынка труда к специалистам естественно-научного цикла.

- Развитие волевых качеств, стрессоустойчивости и концентрации внимания при решении задач повышенной сложности; готовность к длительной интеллектуальной деятельности и работе в условиях ограниченного времени (ЕГЭ, олимпиады).

- Уважение к интеллектуальному труду, точности, системности и доказательности; стремление к качественному выполнению учебно-исследовательских задач и оформлению результатов в соответствии с научными стандартами.

## МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Универсальные учебные познавательные действия:

Базовые логические действия:

- Самостоятельно формулировать проблему, рассматривать её с позиций квантовой химии, термодинамики, кинетики и аналитической химии.

- Использовать приёмы логического мышления (анализ, синтез, сравнение, классификация, обобщение, дедукция) для изучения состава,

строения, свойств и способов получения неорганических веществ.

- Соотносить результаты расчётов и экспериментальных данных с поставленными целями и гипотезами; устанавливать причинно-следственные связи между структурой вещества, типом связи, реакционной способностью и практическим применением.

- Применять схемно-модельные средства (электронные формулы, энергетические диаграммы, графики зависимости скорости от температуры, 3D-модели кристаллических решёток, алгоритмы решения задач) для прогнозирования продуктов реакций и оптимизации условий процессов.

Базовые исследовательские действия:

- Владеть навыками учебно-исследовательской деятельности: постановка задачи, выдвижение гипотезы, планирование многоэтапного эксперимента, безопасное проведение качественного/количественного анализа, фиксация и статистическая обработка данных.

- Формировать научный тип мышления, владеть химической терминологией, принципами номенклатуры ИЮПАК и алгоритмами решения профильных расчётных задач.

- Выявлять закономерности в периодической системе, анализировать влияние условий на смещение равновесия и скорость реакции, критически оценивать достоверность экспериментальных результатов и прогнозировать поведение веществ в новых условиях.

Работа с информацией:

- Ориентироваться в различных источниках информации (учебная и научно-популярная литература, справочники, открытые химические базы данных PubChem/ChemSpider, цифровые образовательные платформы, материалы ФИПИ и олимпиадных комитетов).

- Формулировать запросы, применять методы поиска и отбора химической информации, необходимой для решения учебных, экзаменационных и проектных задач.

- Приобретать опыт использования ИКТ: химические калькуляторы, программы для построения графиков и моделирования молекул, виртуальные лаборатории, системы автоматизированной обработки экспериментальных данных.

- Самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации (таблицы свойств, схемы превращений, графики кинетики, презентации) и владеть навыками информационной безопасности.

Универсальные коммуникативные действия:

Общение:

- Осуществлять коммуникацию в ходе обсуждения гипотез, защиты решений расчётных задач и проектных работ; задавать вопросы по существу, аргументированно отвечать на замечания.

- Владеть различными способами взаимодействия, проявлять уважение к мнению собеседника, корректно формулировать возражения в научной дискуссии.

- Развёрнуто и логично излагать точку зрения с использованием химической символики, терминологии и наглядных материалов.

Совместная деятельность:

- Понимать преимущества командной и индивидуальной работы при решении комплексных химических задач; обосновывать необходимость группового взаимодействия в лабораторном практикуме и при подготовке к олимпиадам.

- Выбирать методы совместных действий с учётом интересов и возможностей участников; распределять роли в исследовательской группе (экспериментатор, аналитик, оформитель, спикер).

- Принимать цели совместной деятельности, координировать действия, обсуждать результаты, оценивать качество вклада каждого участника в общий результат.

Универсальные регулятивные действия:

Самоорганизация:

- Использовать химические знания для выявления проблем и их решения в учебных и жизненных ситуациях; выбирать целевые и смысловые установки в действиях по отношению к веществам, своему здоровью и окружающей среде.

- Самостоятельно составлять план решения задачи с учётом имеющихся ресурсов, временных рамок и требований техники безопасности.

- Делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за результаты эксперимента и оформления работы.

Самоконтроль и рефлексия:

- Давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в методику проведения опыта, оценивать соответствие результатов поставленной цели.

- Владеть навыками познавательной рефлексии: осознание совершаемых действий, их оснований, ошибок и путей их устранения.

- Уметь оценивать риски (лабораторные, экологические, этические) и своевременно принимать решения по их снижению; принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов.

**ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

По окончании освоения программы обучающийся 11 класса:

1. Знает и понимает:

- Квантово-механическую модель атома: квантовые числа, принципы Паули и Хунда, правило Клечковского, электронные конфигурации элементов в основном и возбуждённом состояниях.

- Природу химической связи, типы гибридизации атомных орбиталей, виды кристаллических решёток и их влияние на физические свойства веществ, водородную связь и межмолекулярные взаимодействия.

- Термодинамические (энтальпия  $\Delta H$ , энтропия  $\Delta S$ , энергия Гиббса  $\Delta G$ ) и кинетические (скорость реакции, закон действующих масс, правило Вант-Гоффа, катализ) закономерности химических процессов.

- Принципы химического равновесия: константу равновесия ( $K$ ), принцип Ле Шателье, факторы смещения равновесия, методы расчёта равновесных концентраций.

- Закономерности изменения свойств элементов в Периодической системе, классификацию и свойства неорганических соединений (оксиды, гидроксиды, кислоты, соли, комплексные соединения), механизмы гидролиза и

буферных систем.

- Методы составления ионно-электронных схем ОВР, принципы диспропорционирования и конпропорционирования, прогнозирование продуктов реакций в различных средах.

- Алгоритмы решения профильных расчётных задач: стехиометрия, газовые законы (уравнение Менделеева-Клапейрона), растворы, электролиз (законы Фарадея), термохимия (закон Гесса), задачи на смеси и выход продукта.

2. Умеет:

- Составлять электронные и электронно-графические формулы, прогнозировать тип связи, гибридизацию и пространственную геометрию молекул.

- Прогнозировать продукты реакций, составлять уравнения химических превращений, балансировать сложные ОВР электронным и ионно-электронным методами.

- Проводить качественный анализ неорганических веществ, определять среду растворов, оценивать кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства соединений.

- Решать расчётные задачи профильного уровня: вывод молекулярной формулы по продуктам сгорания или массовым долям, расчёты с учётом примесей, выхода продукта, избытка/недостатка реагентов, параметров электролиза и термохимических циклов.

- Безопасно работать в химической лаборатории: готовить реактивы, проводить титрование, фильтрование, кристаллизацию, соблюдать протоколы утилизации отходов, вести лабораторный журнал.

- Использовать цифровые инструменты для визуализации молекул, обработки экспериментальных данных, построения графиков и решения задач повышенной сложности.

- Оформлять результаты учебно-исследовательской деятельности в виде отчётов, тезисов, презентаций и публично защищать решения на профильном уровне.

3. Применяет знания в практической деятельности:

- Для объяснения химических процессов, протекающих в промышленности, энергетике, медицине, сельском хозяйстве и повседневной жизни.

- При оценке безопасности и экологичности потребительских товаров, выборе рациональных способов использования химических продуктов и методов переработки отходов.

- В ходе лабораторных практикумов, решения комбинированных задач и подготовки к ЕГЭ/олимпиадам, применяя алгоритмическое мышление и методы самоконтроля.

- Для формирования ответственного отношения к собственному здоровью, окружающей среде и осознанного выбора будущей профессиональной траектории в сфере естественных наук, технологий и инженерии..

## Раздел 2. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Календарный учебный график

**Для обучающихся, зачисленных в объединение в 2026 году**

Начало учебных занятий: 01.09.2026.

Окончание учебных занятий: 31.05.2027.

Продолжительность учебного года – 36 недель.

Количество часов в год – 72 часа.

Продолжительность и периодичность занятий: 2 раз в неделю по 1 академическому часу.

Промежуточная аттестация – декабрь 2027 года (по графику, утвержденному приказом руководителя).

Итоговая аттестация: Май 2027 года

Объем программы: 72 часа.

Срок освоения программы: 1 год.

Календарно-тематическое планирование составляется для каждой учебной группы на учебный год и размещается в АИС «Сетевой город. Образование» для заполнения журнала педагогом дополнительного образования.

### 2.2. Учебный план

| Название программы         | Количество часов<br>в неделю по<br>программе | Форма аттестации                     |
|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|
| 11 класс                   | 72                                           | Научная конференция, защита проектов |
| <b>Всего по программе:</b> | <b>72</b>                                    |                                      |

### 2.3. Условия реализации программы

#### Организация образовательного процесса

**Педагогические технологии.** Профильно-ориентированная технология, технология алгоритмического и проблемного обучения, проектно-исследовательская технология (фокус на решении задач повышенной сложности и подготовке к ЕГЭ/олимпиадам), ИКТ-технологии (виртуальные химические лаборатории, 3-моделирование молекул и кристаллических решёток, цифровые симуляторы термодинамических и кинетических процессов), технология формирующего оценивания, технология портфолио («Карта прогресса к профильным экзаменам»), кейс-технология (разбор реальных экзаменационных и олимпиадных заданий с анализом типичных ошибок), мастерские по отработке алгоритмов решения.

#### Методы обучения

1. Метод алгоритмизации и структурированного анализа. Формирование устойчивых навыков решения профильных задач через пошаговые алгоритмы, чек-листы и логические схемы. Декомпозиция сложных многофакторных задач (стехиометрия, равновесие, электролиз, термохимия) на самостоятельные блоки, отработка типовых и комбинированных схем, самопроверка по эталону. Метод снижает когнитивную нагрузку, минимизирует



арифметические и логические ошибки, формирует экзаменационную стратегию.

2. Метод историко-научной персонализации и профессиональной этики. Анализ эволюции химических парадигм, биографий учёных и контекста открытий формирует понимание науки как динамичного процесса, требующего интеллектуальной смелости и методологической строгости. Обсуждение вклада Д.И. Менделеева, А.М. Бутлерова, Н.Н. Зинина, Н.Н. Семёнова, а также современных исследователей в области органического синтеза, фармацевтики и «зелёной» химии формирует уважение к научному наследию, осознание социальной роли химика и готовность к соблюдению принципов академической добросовестности.

3. Метод многоуровневого моделирования и визуализации. Переход от эмпирических наблюдений к теоретическому обобщению через триаду «макроуровень – микроуровень – символический уровень». Обучающиеся работают с молекулярными моделями, визуализируют энергетические диаграммы реакций, строят графики зависимости скорости от концентрации/температуры, интерпретируют стехиометрические расчёты как количественные модели процессов. Активно применяются цифровые инструменты, что развивает пространственное мышление и готовит к работе с профессиональным ПО.

4. Приём научно-критического анализа и верификации информации. Развитие доказательного мышления через анализ химических утверждений в медиа, рекламе и бытовой практике. Обучающиеся исследуют принцип «доза определяет токсичность», разбирают кейсы псевдонаучных заявлений, учатся отличать корреляцию от причинно-следственной связи, проверять экспериментальные данные на воспроизводимость, работать с первоисточниками и рецензируемыми материалами. Формируется умение аргументированно отстаивать позицию на основе фактов, а не интуиции.

5. Приём ценностно-смысловой актуализации через глобальные и прикладные вызовы.

Химия подаётся не как абстрактная дисциплина, а как инструмент решения реальных проблем: разработка биоразлагаемых полимеров, синтез лекарственных субстанций, мониторинг качества воды и воздуха, создание энергоэффективных материалов, рециклинг отходов. Обсуждение этих тем формирует профессиональную идентичность, понимание взаимосвязи фундаментальных знаний и технологического прогресса, а также ответственность за экологические и социальные последствия химического производства.

6. Совместная исследовательская деятельность и академическая коммуникация.

Переход от групповой работы к структурированным исследовательским командам с распределением ролей (экспериментатор, аналитик, оформитель, спикер). Внедряются элементы рецензирования черновиков решений, обсуждение методологических ошибок, подготовка тезисов и научных презентаций. Обучающиеся осваивают стандарты академического письма, учатся корректно цитировать источники, отвечать на вопросы экспертной

комиссии и вести научную дискуссию.

7. Интеграция современных аналитических технологий и цифровых инструментов.

Использование портативных датчиков (рН-метры, кондуктометры, термодатчики), автоматизированных систем титрования, программ для обработки данных и построения графиков. Обучающиеся знакомятся с основами количественного анализа, учатся калибровать оборудование, строить калибровочные графики, оценивать погрешности измерений. Это формирует технические компетенции, востребованные в вузах и на производстве.

Формы обучения: комбинированное занятие, лекция-диалог (с элементами визуализации), семинар-практикум, алгоритмический разбор задач, лабораторная работа, проектная деятельность, научная конференция, кейс-сессия, деловая/ролевая игра («Экспертная комиссия», «Олимпиадный марафон», «Химический аудит»).

#### **Материально-техническое обеспечение программы:**

| <b>Группа оборудования</b>       | <b>Перечень</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Учебное помещение</b>         | Кабинет химии или естественно-научного цикла с лабораторными столами, вытяжными шкафами, компьютерной зоной для цифрового моделирования, хорошим освещением, местом для групповой работы и хранения реактивов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Лабораторное оборудование</b> | Цифровая химическая лаборатория (датчики рН, температуры, электропроводности, спектрофотометр начального уровня); штативы, держатели, электрические нагреватели, фарфоровые чашки, ступки с пестиками, воронки, фильтровальная бумага, стеклянные палочки, пипетки, мерные цилиндры, бюретки, весы учебные электронные, термометры, секундомеры, титровальные установки, наборы для электролиза расплавов и растворов. Пробирки с пробками, колбы (конические, плоскодонные, круглодонные), стаканы химические, мензурки, шпатели, пинцеты, ножницы, лупы ручные, защитные очки, перчатки нитриловые одноразовые, халаты или фартуки, противогазы/респираторы (при необходимости). |
| <b>Расходные материалы</b>       | Кислоты (соляная, серная, уксусная разб.), щёлочи (гидроксид натрия/калия разб.), соли (хлориды, сульфаты, нитраты, карбонаты), индикаторы (универсальная бумага, фенолфталеин, лакмус, метилоранж), металлы (цинк, железо, медь, алюминий), пероксид водорода, марганцовка, йод, активированный уголь, образцы полимеров, пищевые красители, кристаллогидраты.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Цифровые ресурсы</b>          | Компьютер/ноутбук с доступом к интернету; проектор или интерактивная доска; доступ к платформам: «Российская электронная школа», виртуальные лаборатории (PhET, Labster – демо-версии), 3-модели молекул (MolView, ChemDoodle), открытые базы данных (PubChem, ChemSpider, банк заданий ФИПИ, олимпиадные архивы).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Наглядные пособия</b>         | Таблицы: «Периодическая система Д.И. Менделеева», «Механизмы органических и неорганических реакций», «Алгоритмы решения расчётных задач», «Правила техники безопасности», «Энергетические диаграммы», «Кристаллические решётки»; модели молекул (шаростержневые), коллекции «Пластмассы и волокна», «Минералы и руды», «Лекарственные вещества»; образцы бытовой химии с этикетками.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Учебно-</b>                   | Рабочая тетрадь обучающегося с инструкционными картами и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>методический комплект</b> | алгоритмами решения задач; методические рекомендации для педагога с пошаговыми описаниями опытов и разбором типичных ошибок; шаблоны для оформления отчётов, дневников наблюдений, презентаций; чек-листы техники безопасности; памятки «Стратегия подготовки к ЕГЭ/олимпиадам». |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### **Кадровое обеспечение:**

Высшее или среднее профессиональное образование по профилю «Химия», «Естественно-научное образование»; опыт работы со старшеклассниками 16–17 лет, подготовки к ЕГЭ и предметным олимпиадам; владение методиками алгоритмического обучения, проектной и исследовательской деятельности; знание требований ФГОС СОО и нормативов по охране труда в химическом кабинете.

Учителя химии школы, студенты-старшекурсники химических специальностей, сотрудники школьного музея или технопарка – для проведения мастер-классов, консультаций по проектам, экскурсий.

Преподаватели вузов химико-технологического и естественно-научного профиля, члены жюри региональных/всероссийских олимпиад, практикующие химики, фармацевты, экологи – для проведения мастер-классов, консультаций по проектам, разбора сложных задач, экскурсий.

### **Информационно-методическое обеспечение:**

- Электронные библиотеки: «Единое окно», «Российская электронная школа», ЦОК; образовательные порталы: «Инфоурок», «Знанию», «ПостНаука» (раздел химия); открытые базы: периодическая система в интерактивном формате, базы данных по свойствам веществ (PubChem, ChemSpider), открытый банк заданий ФИПИ, архивы олимпиад.

- Инструкционные карты к лабораторным работам с пошаговыми фото и видео; алгоритмы решения типовых и комбинированных задач; шаблоны для оформления: лабораторного журнала, дневника наблюдений, презентации проекта, портфолио обучающегося; памятки по технике безопасности в химическом кабинете и при работе с органическими/неорганическими реактивами.

- Диагностические задания для входного/промежуточного/итогового контроля; варианты ЕГЭ и олимпиадных заданий прошлых лет с разбором; критерии оценки лабораторных отчётов, исследовательских проектов, устных выступлений; чек-листы для самооценки и взаимной оценки в группах.

- Рекомендации по организации работы со старшеклассниками в условиях экзаменационной нагрузки; приёмы мотивации и профилактики выгорания; стратегии поддержки обучающихся с разным темпом усвоения материала; руководство по безопасному и этичному проведению химических опытов в учебном процессе; инструменты тайм-менеджмента и стресс-регуляции.

## **Раздел 3. Воспитательная деятельность**

### **3.1. Цель, задачи, целевые ориентиры:**

Цель воспитательной деятельности в рамках реализации программы «Химический навигатор: от теории к практике» заключается в развитии личности, самоопределении и социализации обучающихся 10 класса (16–17 лет) на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формировании чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению; взаимного уважения; бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде (Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», ст. 2, п. 2).

Задачи воспитания обучающихся конкретизируются разработчиком программы с учётом её предметного содержания, естественно-научной направленности и возрастных особенностей учащихся 16–17 лет и заключаются в усвоении ими знаний норм, духовно-нравственных ценностей, традиций, которые выработало российское общество и отечественная химическая наука (социально значимых знаний о химической грамотности, принципах академической этики, методах научного познания и «зелёной» химии); формировании и развитии личностных отношений к этим нормам, ценностям, традициям (их освоение, принятие); приобретении соответствующего этим нормам социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, применения полученных знаний в ходе лабораторных, расчётных и проектных практик.

Усвоение знаний о нормах, духовно-нравственных ценностях и научных традициях обеспечивается информированием обучающихся, изучением биографий выдающихся отечественных химиков, организацией содержательного общения и рефлексивных дискуссий. Формирование и развитие личностных отношений к нравственным и научно-этическим нормам реализуется через вовлечение детей в деятельность, организацию их активностей в условиях алгоритмического разбора задач, моделирования равновесных и термодинамических процессов, подготовки к ЕГЭ и олимпиадам. Опыт нравственного поведения, практика реализации этических позиций при работе с расчётными данными, экспериментальными результатами и командной работой обеспечивают формирование способности к ответственному отношению к собственному поведению и действиям других людей. Для решения задач воспитания при реализации образовательной программы необходимо создавать и поддерживать определённые условия физической безопасности, комфорта, активностей детей и обстоятельств их общения, социализации, признания, самореализации, творчества, что позволяет трансформировать учебный процесс в пространство личностного роста и гражданско-патриотического становления юного исследователя-естественника.

### 3.2. Формы и методы воспитания

В ходе учебных занятий в соответствии с предметным и метапредметным содержанием программы «Химический навигатор: от теории к практике» обучающиеся усваивают информацию, имеющую воспитательное значение; получают опыт деятельности, в которой формируются, проявляются и утверждаются ценностные, нравственные ориентации, основанные на принципах научной добросовестности, академической этики и ответственного отношения к результатам расчётных и экспериментальных задач; осознают себя способными к ответственному выбору в ситуациях взаимодействия с химическими закономерностями и экзаменационными стратегиями; участвуют в освоении и формировании среды своего личностного развития, творческой самореализации и гражданской позиции через доступные исследовательские и проектные формы работы.

Получение информации об открытиях в области общей и неорганической химии, достижениях российской науки в сфере термодинамики, кинетики, электрохимии и аналитических методов, о традициях бережного отношения к природе в культуре народов России; изучение биографий деятелей отечественной и мировой химической науки (Д.И. Менделеев, А.М. Бутлеров, Н.Н. Семёнов, А.Е. Фаворский, И.Р. Пригожин) — источник формирования у обучающихся сферы интересов, этических установок, личностных позиций и норм ответственного отношения к научному труду. Важно, чтобы подростки не только получали эти сведения от педагога в формате увлекательных «научных историй», но и самостоятельно осуществляли работу с информацией: поиск в открытых банках заданий, сбор экспериментальных данных, критический анализ источников, обмен результатами решений в рамках учебного сообщества.

Практические занятия (алгоритмические разборы ОВР, расчёты равновесных концентраций, моделирование термодинамических циклов, подготовка исследовательских проектов, дискуссии по темам экологической безопасности и «химфобии») способствуют усвоению и применению правил безопасного и этичного поведения в лаборатории и при решении профильных задач, формированию позитивного и конструктивного отношения к коллективной исследовательской деятельности, развитию навыков командного взаимодействия и распределения ответственности в группе. Особое внимание уделяется формированию культуры академической честности: бережному отношению к авторским правам, соблюдению принципа доказательности, осознанному выполнению алгоритмов решения без механического списывания.

Участие в проектах и мини-исследованиях способствует формированию умений в области целеполагания, планирования многоэтапных расчётов и рефлексии, укрепляет внутреннюю дисциплину и академическую добросовестность, даёт опыт системной деятельности, направленной на решение посильных химических и экологических задач. Исследовательская работа над проектами («Термодинамика в быту: почему одни реакции идут сами, а другие нет?», «Электролиз и экология: можно ли получать чистые металлы без вреда для природы?», «Анализ состава и безопасности бытовой

химии») формирует у обучающихся понимание связи между научным знанием и практическим действием, развивает ответственность за состояние окружающей среды и интерес к естественно-научному познанию.

Дополнительные формы и методы воспитательной работы, специфичные для программы «Химический навигатор», включают:

- **Научно-краеведческую деятельность:** изучение химического наследия родного края, участие в создании школьной коллекции образцов минералов, промышленных материалов, карты химических предприятий региона — формирует патриотические чувства, бережное отношение к малой родине, понимание ценности природных и технологических ресурсов.

- **Научно-популярная коммуникация:** подготовка и проведение мини-выступлений для одноклассников («Как работает закон Ле Шателье в реальной жизни?», «Почему доза определяет токсичность?»), участие в школьных днях науки, создание инфографик и презентаций — развивает коммуникативную компетентность, ответственность за распространение научно обоснованной информации, навыки публичного выступления.

- **Волонтёрские и экологические акции:** участие в мероприятиях «Сдай батарейку — сохрани природу», «Чистый двор», мониторинг состояния окружающей среды на школьной территории — формирует практический опыт гражданской активности, понимание механизмов реализации экологических инициатив, навыки проектного управления на доступном уровне.

- **Дискуссионные площадки и игровые форматы:** обсуждение кейсов по химической этике в адаптированной форме («Можно ли использовать пестициды в саду?», «Натуральное ≠ безопасное: разбираем мифы», «Роль химика в обеспечении технологического суверенитета»), ролевые игры («Экспертная комиссия ЕГЭ», «Олимпиадный штаб», «Эко-аудитор химпредприятия») — развивает критическое мышление, умение аргументированно отстаивать позицию, учитывать различные точки зрения при принятии решений.

- **Рефлексивные практики:** ведение «Дневника химического навигатора», портфолио с фотографиями опытов, схемами равновесий и термохимических циклов, мини-круги после разборов сложных задач — способствуют осознанию личностного роста, формированию естественно-научной идентичности, развитию навыков самоанализа и целеполагания.

Все формы и методы воспитательной работы реализуются в атмосфере партнёрства, уважения к личности обучающегося и научной добросовестности, что соответствует возрастным особенностям учащихся 10 класса (16–17 лет) и способствует их профессиональному самоопределению в сфере естественных наук, развитию интереса к углублённому изучению химии и смежных дисциплин.

### 3.4. Календарный план воспитательной работы

| № п/п | Название события, мероприятия | Сроки проведения | Форма проведения | Практические результаты или информационный |
|-------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------------|
|-------|-------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------------------|

|    |                                                                                                          |          |                                                |                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                          |          |                                                | продукт                                                                                          |
| 1  | Вводное занятие «Химический навигатор: от теории к практике»                                             | Сентябрь | Лекция-диалог, беседа                          | Эссе «Зачем мне химия сегодня?», анкета познавательных интересов и профессиональных предпочтений |
| 2  | Тематическая встреча «Великие русские химики: Менделеев, Бутлеров, Семёнов»                              | Октябрь  | Научно-популярная лекция, дискуссия            | Презентация, мини-рефераты о вкладе учёных в термодинамику, кинетику, теорию строения            |
| 3  | Мастер-класс «Зелёная химия в действии: безопасные реакции и утилизация отходов»                         | Ноябрь   | Практикум, кейс-разбор                         | Памятка по экологичному обращению с реактивами, фотоотчёт безопасных опытов                      |
| 4  | Дискуссионная площадка «Химфобия vs научная грамотность: разбираем мифы о «натуральности» и токсичности» | Декабрь  | Дебаты, ролевая игра                           | Инфографика «Доза определяет токсичность», видеозапись дискуссии                                 |
| 5  | Экскурсия/виртуальный тур в университетскую лабораторию или на химико-технологическое предприятие        | Январь   | Экскурсия, профориентационная беседа           | Отчёт по экскурсии, карта профессиональных компетенций химика                                    |
| 6  | Олимпиадный марафон «Командный разбор: алгоритмы ОВР, равновесие, расчёты»                               | Февраль  | Командная работа, peer-review                  | Сборник авторских алгоритмов, рецензии на решения товарищей                                      |
| 7  | Проект «Химия для устойчивого развития: анализ состава и безопасности бытовой химии»                     | Март     | Исследовательская работа, защита мини-проектов | Презентации, сравнительные таблицы, рекомендации по безопасному использованию                    |
| 8  | Пробный ЕГЭ/олимпиада и стратегическая сессия «Управление стрессом и тайм-менеджмент в химии»            | Апрель   | Тестирование, рефлексивный круг                | Индивидуальные маршруты коррекции ошибок, чек-лист подготовки                                    |
| 9  | Итоговая научно-практическая конференция «Химический навигатор: от молекулы к технологии»                | Май      | Конференция, защита проектов                   | Сборник тезисов, презентации, дипломы, сформированное портфолио                                  |
| 10 | Рефлексивный круг                                                                                        | Май      | Круглый стол                                   | Личный план                                                                                      |

|  |                                                                  |  |               |                                                                |
|--|------------------------------------------------------------------|--|---------------|----------------------------------------------------------------|
|  | «Мой путь в химии:<br>итоги, выбор<br>профессии,<br>перспективы» |  | анкетирование | дальнейшего<br>образования,<br>сертификаты, отзывная<br>анкета |
|--|------------------------------------------------------------------|--|---------------|----------------------------------------------------------------|



## **Раздел 4. Формы текущего контроля, промежуточной аттестации и оценочные материалы**

### **4.1. Формы аттестации**

Оценка результатов освоения программы «Химический навигатор: от теории к практике» является комплексной, многоуровневой и проводится с целью отслеживания динамики развития личностных, метапредметных и предметных результатов обучающихся. Контроль осуществляется с помощью разнообразных форм диагностики, соответствующих алгоритмической, расчётной и аналитической направленности курса: тестовых заданий, профильных расчётных блоков, сессий, педагогического наблюдения, ведения «журнала ошибок», портфолио и анкетирования.

Виды и сроки проведения аттестации:

#### **Виды и сроки проведения аттестации:**

##### **Входной контроль (сентябрь)**

Проводится при формировании учебной группы в начале обучения. Направлен на выявление:

- начального уровня предметных знаний по общей и неорганической химии (строение атома, типы связей, ПСХЭ, базовые расчёты);
- сформированности алгоритмических навыков решения задач средней сложности;
- мотивации к углублённому изучению химии, готовности к работе с нормативными материалами (ФИПИ, олимпиадные банки);
- индивидуальных особенностей обучающихся (темп работы, тип мышления, уровень самостоятельности, восприимчивость к экзаменационному стрессу).

*Формы:* диагностический тест «Навигатор: старт», анкета целеполагания, мини-кейс на прогнозирование продукта реакции, наблюдение за работой в группе.

*Результат:* дифференциация заданий, корректировка индивидуального маршрута, формирование учебных пар/групп

##### **Текущий контроль (в течение учебного года)**

Проводится по окончании изучения каждого тематического модуля. Направлен на:

- оперативное выявление достижений и затруднений в освоении алгоритмов расчётов, балансировке ОВР, анализе равновесных и термодинамических процессов;
- оценку качества ведения рабочего журнала, фиксации типовых ошибок, оформления расчётных цепочек;
- формирование навыков самоконтроля, работы с таймером, верификации ответов;
- своевременную педагогическую поддержку и коррекцию образовательного процесса.

*Формы:*

- короткие расчётные блоки по теме (5–10 задач с пошаговой проверкой);

- тесты на знание закономерностей ПСХЭ, типов гибридизации, механизмов гидролиза и равновесия;
- педагогическое наблюдение за стратегией решения, умением работать со справочными данными и цифровыми калькуляторами;
- ведение «журнала ошибок» с анализом причин и стратегий предотвращения повторов.

### **Промежуточная аттестация**

- 1-й этап (декабрь): комплексная оценка освоения модулей 1–2 (Теоретические основы общей химии, Неорганическая химия). Нацелена на проверку умения прогнозировать свойства веществ, балансировать сложные ОВР, анализировать гидролиз и кислотно-основные свойства.
- 2-й этап (апрель): оценка готовности к итоговой диагностике, сформированности метапредметных компетенций (планирование многоэтапного расчёта, критический анализ условий, тайм-менеджмент).

*Формы:* комплексный тест по ключевым понятиям, сессия по решению задач профильного уровня ( $\Delta G$ ,  $K$ ,  $pH$ , электролиз, смеси), защита индивидуального разбора сложной олимпиадной задачи, презентация портфолио.

### **Итоговая аттестация (май)**

Проводится по завершении всего курса обучения. Направлена на:

- проверку уровня освоения программы в целом;
- оценку сформированности ключевых компетенций юного аналитика-химика;
- демонстрацию способности самостоятельно выбирать оптимальный алгоритм, применять его в нестандартных условиях, анализировать ошибки и корректировать стратегию подготовки.

*Форма:* итоговая диагностическая работа в формате, приближённом к реальному ЕГЭ/региональной олимпиаде, с последующим разбором и формированием индивидуального маршрута дальнейшего обучения.

*Критерии оценки:* точность расчётов, корректность использования терминологии, логичность цепочек рассуждений, умение работать с неполными/избыточными данными, качество оформления, скорость и стратегия распределения времени.

### **Дополнительные инструменты оценки:**

- «Журнал ошибок и стратегий»: систематизированный учёт типичных ошибок, анализ причин, фиксация эффективных алгоритмов и приёмов самопроверки.
- Портфолио обучающегося: коллекция лучших решений, разборов олимпиадных задач, графиков зависимости, схем равновесий, рефлексивных записей, демонстрирующая динамику аналитического роста.
- Карта формирования алгоритмических компетенций: инструмент педагогического мониторинга, визуализирующий прогресс в освоении ключевых навыков (термодинамика, кинетика, равновесие, ОВР, гидролиз, электролиз, стехиометрия смесей).

## 4.2. Оценочные материалы

Оценочные материалы текущего контроля, промежуточной аттестации разрабатываются на учебный год и являются приложением к дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе (Приложение 1).

Формы отслеживания и фиксации образовательных результатов: портфолио обучающегося; фотоматериалы (мероприятия, экскурсии, оформленные экспозиции); педагогическое наблюдение.

Согласно ВСОКО МБОУ «СОШ № 121 г. Челябинска» результаты освоения программы оформляются протоколами и вносятся в карту мониторинга деятельности детского объединения. На основании критериев оценки образовательных результатов и планируемых оцениваемых параметров предметных, метапредметных и личностных результатов программы определяется оптимальный, допустимый и критический уровень обучающегося.

Критерии оценки образовательных результатов по разделам (темам) и планируемых оцениваемых параметров метапредметных и личностных результатов программы в рамках текущего контроля, промежуточной аттестации обучающихся приведены в таблице.

| Показатели<br>(оцениваемые<br>параметры)                                                    | Степень выраженности<br>оцениваемого качества                                                                    | Баллы | Методы<br>диагностики                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|
| Образовательные результаты                                                                  |                                                                                                                  |       |                                                            |
| Теоретические<br>знания по<br>разделам/темам<br>учебно-<br>тематического<br>плана программы | овладел менее чем половиной<br>объема знаний, предусмотренных<br>программой                                      | 1     | Наблюдение,<br>практическая/<br>творческая<br>работа и др. |
|                                                                                             | объем усвоенных знаний<br>составляет более половины                                                              | 5     |                                                            |
|                                                                                             | освоил практически весь объем<br>знаний, предусмотренных<br>программой за конкретный период                      | 10    |                                                            |
| Практические<br>умения и навыки,<br>предусмотренные<br>программой                           | овладел менее чем половиной<br>предусмотренных умений и навыков                                                  | 1     | Наблюдение,<br>практическая/<br>творческая<br>работа и др. |
|                                                                                             | объем усвоенных умений и<br>навыков составляет более<br>половины                                                 | 5     |                                                            |
|                                                                                             | овладел умениями и навыками,<br>предусмотренными программой за<br>конкретный период                              | 10    |                                                            |
| Личностные результаты                                                                       |                                                                                                                  |       |                                                            |
| Активность,<br>организаторс<br>кие<br>способности                                           | мало активен, наблюдает за<br>деятельностью других, забывает<br>выполнить задание,<br>результативность невысокая | 1     | Наблюдение,<br>беседа                                      |
|                                                                                             | активен, проявляет стойкий<br>познавательный интерес,<br>трудолюбив, добивается хороших                          | 2     |                                                            |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                |   |                    |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------|
|                                                          | результатов                                                                                                                                                                                                                                                    |   |                    |
|                                                          | активен, проявляет стойкий познавательный интерес, добивается выдающихся результатов, инициативен, организует деятельность других                                                                                                                              | 3 |                    |
| Коммуникативные навыки, коллективизм                     | Поддерживает контакты избирательно, чаще работает индивидуально, публично не выступает                                                                                                                                                                         | 1 | Наблюдение, беседа |
|                                                          | вступает и поддерживает контакты, не вступает в конфликты, дружелюбен со всеми, по инициативе руководителя или группы выступает перед аудиторией                                                                                                               | 2 |                    |
|                                                          | легко вступает и поддерживает контакты, разрешает конфликты, дружелюбен со всеми, инициативен, по собственному желанию успешно выступает перед аудиторией                                                                                                      | 3 |                    |
| Ответственность, самостоятельность, дисциплинированность | неохотно выполняет поручения, начинает работу, но часто не доводит ее до конца                                                                                                                                                                                 | 1 | Наблюдение, беседа |
|                                                          | справляется с поручениями и соблюдает правила поведения только при наличии контроля и требовательности преподавателя; выполняет поручения охотно, ответственно; хорошо ведет себя независимо от наличия или отсутствия контроля, но не требует этого от других | 2 |                    |
|                                                          | выполняет поручения охотно, ответственно, часто по собственному желанию, может привлечь других; всегда дисциплинирован, везде соблюдает правила поведения, требует того же от других                                                                           | 3 |                    |
| Креативность, склонность к самостоятельному              | может работать в проектно-исследовательской группе при постоянной поддержке и контроле;                                                                                                                                                                        | 1 | Наблюдение, беседа |

|                                                                                                           |                                                                                                                                                                            |   |                    |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------|--|
| творчеству,<br>исследовательско-<br>проектной<br>деятельности                                             | способен принимать творческие решения, но в основном использует традиционные способы                                                                                       |   |                    |  |
|                                                                                                           | может разработать свой творческий проект с помощью педагога; способен на творческие решения, но в основном использует традиционные способы                                 | 2 |                    |  |
|                                                                                                           | высокий творческий потенциал; самостоятельно выполняет работы; является разработчиком творческих проектов; находит нестандартные решения, новые способы выполнения заданий | 3 |                    |  |
| Метапредметные результаты                                                                                 |                                                                                                                                                                            |   |                    |  |
| Понимать и принимать учебную задачу, сформулированную педагогом                                           | овладел менее чем половиной объема задач, предусмотренных программой                                                                                                       | 1 | Наблюдение, беседа |  |
|                                                                                                           | объем усвоенных задач составляет более половины                                                                                                                            | 2 |                    |  |
|                                                                                                           | демонстрирует полное понимание, предусмотренных программой задач за конкретный период                                                                                      | 3 |                    |  |
|                                                                                                           | проявляет только бытовые навыки для решения задач                                                                                                                          | 1 |                    |  |
|                                                                                                           | сочетает специальные навыки с бытовыми                                                                                                                                     | 2 |                    |  |
|                                                                                                           | проявляет творческие способности осознанно и в полном соответствии с содержанием задания                                                                                   | 3 |                    |  |
| Планировать свои действия на отдельных этапах работы над выполнением творческого задания                  | овладел менее чем половиной объема знаний, предусмотренных программой                                                                                                      | 1 | Наблюдение, беседа |  |
|                                                                                                           | демонстрирует неполное освоение планируемых действий, но более половины                                                                                                    | 2 |                    |  |
|                                                                                                           | освоил план действий в заданных условиях                                                                                                                                   | 3 |                    |  |
| Осуществлять контроль, коррекцию и оценку результатов своей деятельности; понимать и применять полученную | знает, но избегает использовать знания в практической деятельности                                                                                                         | 1 |                    |  |
|                                                                                                           | демонстрирует неполное освоение заданных параметров, но более половины                                                                                                     | 2 |                    |  |
|                                                                                                           | освоил план действий в заданных условиях                                                                                                                                   | 3 |                    |  |

|                                         |  |  |  |
|-----------------------------------------|--|--|--|
| информацию при<br>выполнении<br>заданий |  |  |  |
|-----------------------------------------|--|--|--|

## **Список литературы**

### **Для педагога**

#### **Классические и фундаментальные труды:**

1. Менделеев Д.И. Основы химии [Текст] / Д.И. Менделеев. – М. : Наука, 1991. – 544 с.
2. Бутлеров А.М. Избранные работы по органической химии [Текст] / А.М. Бутлеров. – М. : Изд-во АН СССР, 1951. – 312 с.
3. Киреев В.А. Курс физической химии [Текст] / В.А. Киреев. – М. : Химия, 1978. – 528 с.
4. Глинка Н.Л. Общая химия [Текст] / Н.Л. Глинка. – М. : Юрайт, 2023. – 800 с.
5. Ахметов Н.С. Актуальные вопросы курса неорганической химии [Текст] / Н.С. Ахметов. – М. : Просвещение, 2019. – 240 с.

#### **Учебники и учебные пособия (ФГОС СОО):**

1. Габриелян О.С. Химия. 11 класс. Базовый уровень : учебник для общеобразовательных организаций [Текст] / О.С. Габриелян. – М. : Просвещение, 2023. – 240 с.
2. Габриелян О.С. Химия. 11 класс. Углублённый уровень : учебник [Текст] / О.С. Габриелян. – М. : Просвещение, 2023. – 336 с.
3. Рудзитис Г.Е. Химия. Неорганическая химия. 11 класс : учебник [Текст] / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – М. : Просвещение, 2022. – 224 с.
4. Еремин В.В. Химия. 11 класс. Углублённый уровень : учебник [Текст] / В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко. – М. : Дрофа, 2023. – 304 с.
5. Кузнецова Н.Е. Химия. 11 класс : учебник для профильного уровня [Текст] / Н.Е. Кузнецова, А.Н. Лёвкин. – М. : Вентана-Граф, 2022. – 288 с.

#### **Методические пособия и электронные ресурсы:**

1. Федеральный институт развития образования. Методические материалы по химии и подготовке к ЕГЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://firo.ranepa.ru>.
2. Российская электронная школа. Методические рекомендации по организации проектной деятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resh.edu.ru/methods>.
3. Портал «Открытый урок». Раздел «Химия» [Электронный ресурс] / Издательский дом «Первое сентября». – Режим доступа: <https://urok.1sept.ru/subjects/20>.
4. ФИПИ. Открытый банк заданий ЕГЭ по химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fipi.ru>.

#### **Нормативно-правовые документы:**

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями).
2. ФГОС среднего общего образования: приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 286.
3. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2035 года.

### **Для обучающихся**

#### **Учебная литература:**

1. Габриелян О.С. Химия. 11 класс. Базовый уровень : учебник [Текст] / О.С. Габриелян. – М. : Просвещение, 2023. – 240 с.
2. Габриелян О.С. Химия. 11 класс. Углублённый уровень : учебник [Текст] / О.С. Габриелян. – М. : Просвещение, 2023. – 336 с.
3. Рудзитис Г.Е. Химия. Неорганическая химия. 11 класс : учебник [Текст] / Г.Е. Рудзитис, Ф.Г. Фельдман. – М. : Просвещение, 2022. – 224 с.

#### **Практикумы и рабочие тетради:**

1. Габриелян О.С. Химия. 11 класс : рабочая тетрадь [Текст] / О.С. Габриелян, С.А. Сладков. – М. : Просвещение, 2023. – 160 с.
2. Боровских Т.А. Химия. 11 класс : рабочая тетрадь [Текст] / Т.А. Боровских. – М. : Экзамен, 2022. – 192 с.
3. Штремплер Г.И. Химия на досуге: задачи, игры, ребусы [Текст] / Г.И. Штремплер. – М. : Просвещение, 2021. – 176 с.
4. Левкин А.Н. Задачник по химии. 11 класс : профильный уровень [Текст] / А.Н. Левкин. – М. : Вентана-Граф, 2023. – 224 с.

#### **Электронные образовательные ресурсы:**

1. Российская электронная школа (РЭШ). Интерактивные уроки по химии (раздел «Общая и неорганическая химия») [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://resh.edu.ru/subject/lesson/>.
2. PubChem : открытая база данных химических соединений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>.
3. ChemSpider : база данных химических структур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.chemspider.com>.
4. Элементы.ру : научно-популярный портал. Раздел «Химия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elementy.ru/chemistry>.
5. ПостНаука : лекции и статьи по химии, термодинамике, кинетике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/subject/chemistry>.
6. MolView : интерактивный 3D-конструктор молекул [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://molview.org>.
7. Химия.ру : образовательный портал для школьников и учителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chemistry.ru>.
8. ФИПИ : открытый банк заданий ЕГЭ по химии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fipi.ru/ege>.



#### ТЕМЫ УЧЕНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ПРОЕКТОВ

1. «Термодинамический прогноз»: расчёт возможности протекания химических реакций
2. «Кинетика в действии»: влияние факторов на скорость химических реакций
3. «Равновесие под контролем»: моделирование смещения химического равновесия
4. «Электролиз: от теории к практике» — расчёт и проведение процессов на электродах
5. «Гидролиз солей: управление средой раствора»
6. «Окислительно-восстановительные лабиринты»: балансировка сложных ОВР
7. «Газовые законы в расчётах»: применение уравнения Менделеева-Клапейрона
8. «Стехиометрия повышенной сложности»: задачи на примеси, выход продукта, смеси
9. «Химический анализ воды»: оценка качества по физико-химическим показателям
10. «Олимпиадный ключ»: методы решения нестандартных задач по химии

Приложение 2

#### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Входная диагностика (сентябрь)

Викторина «Химический навигатор: старт»

1. Назовите три фундаментальных закона химии и кратко объясните их значение для решения расчётных задач.
2. Что такое степень окисления и чем она отличается от валентности? Приведите примеры.
3. Как рассчитывается массовая доля элемента в сложном веществе? Запишите формулу и объясните каждый параметр.
4. Какие признаки свидетельствуют о смещении химического равновесия? Сформулируйте принцип Ле Шателье.
5. Что такое энергия Гиббса ( $\Delta G$ ) и как она связана с возможностью самопроизвольного протекания реакции?
6. Как классифицируются окислительно-восстановительные реакции? Приведите примеры диспропорционирования и конпропорционирования.
7. Какие факторы влияют на скорость химической реакции? Объясните правило Вант-Гоффа.
8. Назовите основные правила техники безопасности при работе с концентрированными кислотами, щелочами и окислителями.
9. Что такое гибридизация атомных орбиталей? Перечислите типы гибридизации и их влияние на геометрию молекул.
10. Почему важно уметь анализировать свои ошибки при решении расчётных задач профильного уровня?

Ключ для проверки и критерии оценки предоставляются педагогу отдельно.

Промежуточная диагностика (декабрь)

Тест «Алгоритмы и анализ: теория в действии»

Вопрос 1. При увеличении температуры равновесие обратимой экзотермической реакции смещается:

- а) В сторону прямой реакции
- б) В сторону обратной реакции
- в) Не смещается
- г) Зависит только от давления

Вопрос 2. Какие из перечисленных действий строго запрещены при составлении ионно-электронных схем ОВР? (выберите несколько)

- а) Игнорировать среду реакции (кислая/нейтральная/щелочная)
- б) Менять степени окисления элементов без проверки баланса электронов
- в) Использовать справочные таблицы стандартных электродных потенциалов
- г) Проверять баланс атомов и зарядов после составления схемы

Вопрос 3. Для чего при расчёте равновесных концентраций используют константу равновесия (K)?

- а) Чтобы упростить математические выкладки
- б) Чтобы количественно охарактеризовать положение равновесия и предсказать состав смеси
- в) Чтобы определить константу скорости реакции
- г) Чтобы рассчитать массовую долю примесей

Вопрос 4. Вам необходимо рассчитать pH раствора слабой одноосновной кислоты. Какой подход наиболее корректен?

- а) Использовать формулу  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$  с учётом полной диссоциации
- б) Применить выражение для константы диссоциации ( $K_a$ ) и решить квадратное уравнение
- в) Провести титрование щёлочью без индикатора
- г) Воспользоваться онлайн-калькулятором без проверки условий применимости

Вопрос 5. Вы решаете задачу на электролиз раствора сульфата меди(II) и обнаружили, что на аноде вместо кислорода выделяется другой газ. Ваши действия? (укажите последовательность)

- а) Проверить материал электрода и возможные побочные процессы
- б) Игнорировать результат, так как в учебнике указан другой продукт
- в) Пересчитать количество электричества и проверить соблюдение законов Фарадея
- г) Сообщить педагогу о нестандартном результате и обсудить влияние перенапряжения
- д) Записать наблюдение в журнал и проанализировать отклонение от теории

Вопрос 6. Какое оборудование/ресурс необходимо использовать для точного расчёта теплового эффекта реакции по экспериментальным данным?

- а) Линейка, циркуль, транспортёр
- б) Калориметр, термометр, калькулятор, таблицы термодинамических функций
- в) Мензурка, воронка, фильтровальная бумага
- г) Дозиметр, термометр, барометр

Вопрос 7. При решении задачи на смеси газов что необходимо учитывать в первую очередь?

- а) Цвет и запах газов
- б) Парциальные давления, молярные массы, условия реакции (Т, р) и возможные химические взаимодействия
- в) Историю открытия газов
- г) Цвет пламени при сгорании

Вопрос 8. Какой признак НЕ является достоверным свидетельством протекания гидролиза соли?

- а) Изменение рН среды относительно 7
- б) Выпадение осадка при смешивании растворов (если это не связано с гидролизом)
- в) Появление характерного запаха (для некоторых солей)
- г) Изменение цвета индикатора

Ключ: 1-б; 2-а,б; 3-б; 4-б; 5-а,в,г,д; 6-б; 7-б; 8-б.

### Итоговая диагностика

Кейс-задача «Химический детектив: определи вещество»

**Ситуация:** В промышленном реакторе проводится обратимая газофазная реакция синтеза аммиака:  $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{г})$ ,  $\Delta H < 0$

Наблюдается снижение выхода продукта. Технологический журнал фиксирует: повышение температуры на 15°C, снижение давления, наличие инертного газа (аргона) в системе, износ катализатора.

**Задания:**

1. **Анализ ситуации:** Выдвините 2–3 гипотезы о причинах снижения выхода продукта. Обоснуйте каждую с опорой на принцип Ле Шателье, кинетические закономерности и роль катализатора.

2. **План оптимизации:** Составьте алгоритм корректировки условий процесса, включая:

- расчётные параметры (Т, р, концентрации);
- методы контроля равновесия и скорости;
- меры по восстановлению активности катализатора или замене технологической схемы.

3. **Методы расчёта:** Какие безопасные и доступные методы вы предложите для:

- определения константы равновесия  $K_p/K_c$ ;
- расчёта теплового эффекта реакции;
- оценки влияния примесей на выход продукта.

4. **Интерпретация данных:** Предположим, вы рассчитали, что при  $T = 450^\circ\text{C}$ ,  $p = 200$  атм выход составляет 15%, а при  $T = 400^\circ\text{C}$ ,  $p = 300$  атм – 32%. Какой вывод можно сделать о компромиссе между кинетикой и термодинамикой в промышленных процессах?

5. **Рекомендации:** Предложите 3–4 правила ведения технологического журнала и анализа отклонений в химических процессах, обосновав их с точки зрения химической безопасности, экономической эффективности и экологической устойчивости

Критерии оценки кейс-задачи (макс. 20 баллов):

| Критерий                                                                                         | Баллы |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Логичность и обоснованность гипотез (с опорой на базовые понятия генетики)                       | 0–4   |
| Полнота и реалистичность плана наблюдения                                                        | 0–4   |
| Корректность выбора простых и этических методов работы с животными                               | 0–4   |
| Научная обоснованность выводов (связь «генотип → фенотип», «наследование»)                       | 0–4   |
| Оформление, грамотность, использование терминов (ген, аллель, доминантный, рецессивный, фенотип) | 0–4   |

Шкала: 16–20 — оптимальный уровень; 12–15 — допустимый; 8–11 — критический; <8 — требуется доработка.

Итоговая аттестация

### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ АНАЛИТИЧЕСКОГО БЛОКА / ПОРТФОЛИО

Защита итоговой диагностической работы и портфолио оценивается по следующим критериям по 5-балльной шкале:

- 0–2 балла — низкий уровень (работа выполнена формально, алгоритмы не усвоены, ошибки не проанализированы)
- 3–4 балла — средний уровень (работа выполнена, есть базовые выводы, но требуется доработка стратегии)
- 5 баллов — высокий уровень (работа системная, выводы обоснованы, представлена чёткая стратегия дальнейшего обучения)

| Критерий                                 | Оцениваемые параметры                                                                                                                    | Макс. балл |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Точность расчётов и владение алгоритмами | Корректность применения формул, учёт условий, отсутствие арифметических и логических ошибок, скорость решения.                           | 5          |
| Глубина теоретической проработки         | Понимание термодинамических, кинетических и равновесных закономерностей, умение связать теорию с расчётной практикой.                    | 5          |
| Методология и план решения               | Обоснованность выбора алгоритма, логичность цепочки рассуждений, учёт ограничений и погрешностей.                                        | 5          |
| Практическая реализация и самоконтроль   | Качество ведения журнала ошибок, ведение расчётных листов, соблюдение норм оформления, умение проверять ответы альтернативными методами. | 5          |
| Анализ результатов и выводы              | Глубина анализа ошибок, корректность статистической обработки, обоснованность выводов, их соответствие цели.                             | 5          |
| Оформление работы и презентация          | Соответствие стандартам оформления (ФИПИ/олимпиадные требования), грамотность, качество визуализации (схемы, графики, таблицы).          | 5          |
| Качество доклада и ответы на вопросы     | Логичность, ясность и лаконичность объяснения решения, культура речи, глубина и аргументированность                                      | 5          |

|                                       |                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                       | ответов на вопросы.                                                                                                                   |    |
| Творческий подход и самостоятельность | Наличие нестандартных приёмов оптимизации расчётов, степень самостоятельности, формирование индивидуальной экзаменационной стратегии. | 5  |
| Итого:                                |                                                                                                                                       | 40 |

Шкала итоговой оценки за аналитический блок:

- «Отлично» (оптимальный уровень): 32–40 баллов — демонстрирует глубокое владение алгоритмами, системный анализ ошибок, готовность к профильному экзамену/олимпиаде.
- «Хорошо» (допустимый уровень): 24–31 балл — работа выполнена в полном объёме, выводы есть, но требуются небольшие уточнения в стратегии.
- «Удовлетворительно» (критический уровень): 16–23 балла — работа выполнена формально, выводы поверхностные, нужна помощь в выборе алгоритмов и самоконтроле.
- «Неудовлетворительно»: менее 16 баллов — работа не завершена, выводы отсутствуют, нарушены нормы оформления или логика решения.