



NEXT GENERATION
SCIENCE
STANDARDS
For States, By States

Почему Next Generation стандарт (NGSS)?

Прошло 15 лет с тех пор последние стандарты были пересмотрены. С этого времени появилось много достижений в области науки и естественно-научного образования, а также в инновационной экономике.

В США слишком мало студентов поступающих на STEM специальности и профессии на всех уровнях, от техникумов до кандидатов наук. Нам нужны новые стандарты науки для стимулирования и создания интереса к STEM.

Мы не можем успешно подготовить учащихся к поступлению в колледж, карьере и пользе для страны и общества, если мы не сформулируем адекватные ожидания и правильные цели. В то время как стандарты сами по себе не панацея, они обеспечивают необходимую основу для создания и реализации учебных программ, правильной оценки и разработки новых методов обучения.

Реализация нового K-12 стандарта науки будет лучше подготавливать выпускников школы к условиям обучения в колледжах и университетах и для успешной карьеры. В свою очередь, работодатели смогут нанимать работников с хорошими естественно-научными знаниями, в том числе в конкретных областях естествознания, а также необходимыми навыками, такими, например, как критическое мышление.

Почему Next Generation стандарт (NGSS)?

В 2007 году Корпорация Карнеги в Нью-Йорке / Институт перспективных исследований пришла к выводу, что "способность нации к инновациям для экономического роста и способности американских рабочих процветать в современной рабочей среде, зависит от обучения основ математики и естественных наук, и это дает нам надежду на сохранение жизнеспособной демократии и обещания социальной мобильности, которые лежат в самом сердце американской мечты ».

К сожалению, достижения в естественных науках и математике продолжают отставать по сравнению с нашими международными конкурентами, и это отставание уже начала влиять на конкурентоспособность молодых американцев, а также конкурентоспособности США в мировой экономике.

- США на 17 месте в науке и 25 по математике в 2009 PISA оценке. Менее 10 процентов американских студентов попали топ уровень.
- Более трети из восьмиклассников набрал ниже базисного уровня по оценке 2009 года NAEP.
 - Хотя США в высокотехнологичных отраслях обрабатывающей промышленности продолжают иметь большую долю глобальной продукции, чем любая другая экономика, но доля США упала с 34% в 1998 году до 28% в 2010 году.
 - доля США в глобальном высокотехнологичном экспорте упала с 19% до 15% в 2010 году. В то же время доля Китая в мировом высокотехнологичном экспорте товаров возросла более чем в три раза, с 6% в 1995 году до 22% в 2010 году, что делает его крупнейшей страной-экспортером высокотехнологичной продукции.

Подобные факты усиливают критику программ естественно-научного образования в Соединенных Штатах - "мили в ширину и дюйм в глубину».

Каков стандарт NGSS?

NGSS создается K-12 стандарт науки на основе сотрудничества под руководством государства

Каждый стандартный NGSS имеет три составляющие: содержание, научные и инженерные практики и сквозные понятия. Интеграция содержания и применения отражает то, как наука применяется в реальном мире.

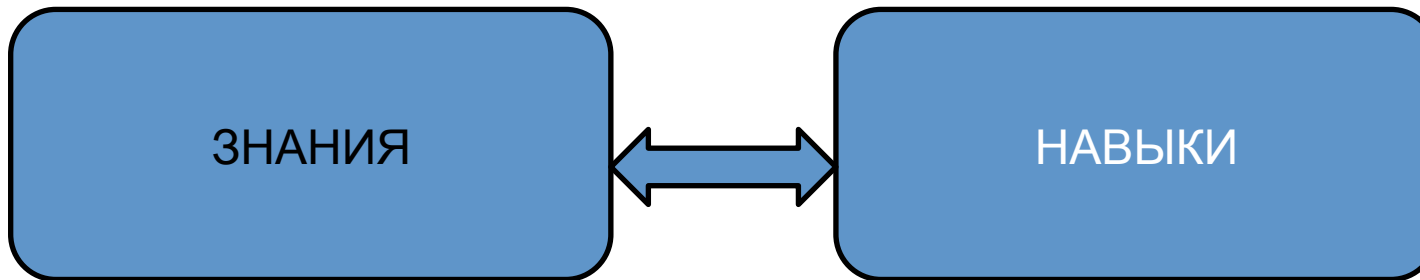
Главной целью нашей концепции для K-12-научного образования является обеспечение того, что к концу 12-го класса, все учащиеся имеют некоторое удовлетворение красотой и чудом науки; обладают достаточными знаниями о науке и техники для участия в общественных дискуссиях по теме; могут применять научно-техническую информацию, связанную с их повседневной жизнью, имеют возможность продолжить образование, чтобы узнать о науке за пределами школы, а также иметь навыки, чтобы сделать карьеру по своему выбору, в том числе (но не ограничиваясь) карьеру в науке, технике и технологии. В этой работе, Комитет заключает, что K-12 научного и инженерного образование должно быть направлены на ограниченное число дисциплинарных основных идей и сквозных понятий, быть сконструированным таким образом, что студенты постоянно развивались и пересматривали свои знания и умения в течение нескольких лет, и поддерживает интеграция таких знаний и способностей с практикой, необходимые для участия в научных изысканий и проектирования. Комитет рекомендует естественнонаучного образования в классах K-12 будет строиться вокруг трех основных измерений. Эти измерения

- Научно-техническая практика**
- Сквозные понятия, которые сводят изучение науки и техники через их общую приложений**
- Основные идеи в четырех дисциплинарных областей: физические науки, науки о жизни, Земля и космические науки и техника, технологии и применения науки.**

Научная и инженерная практики

Стандарт образования K-12

Научная и инженерная практики



1. Почему изучение науки и инженерных практик важно для студентов
2. 8 практик, достаточных для изучения науки и инженерии
3. Заключение о приобретённых навыках: как получается научное знание и как развиваются инженерные решения

У студентов вырабатывается более критичное отношение к научной информации

8 Практик для научного класса K-12

1.Задавать вопросы (для науки) и выявлять проблемы (для инженерии)

2.Развивать и использовать модели

3.Планировать и выполнять исследования

4.Анализировать и интерпретировать данные

5.Использовать математику и компьютерное мышление

6.Конструировать объяснения (для науки) и проектировать решения для (инженерии)

7.Заниматься аргументированием доказательства

8.Получать, оценивать и связывать информацию

Действие науки или инженерии может вызвать у студентов любопытство, интерес, мотивацию к продолжению обучения.

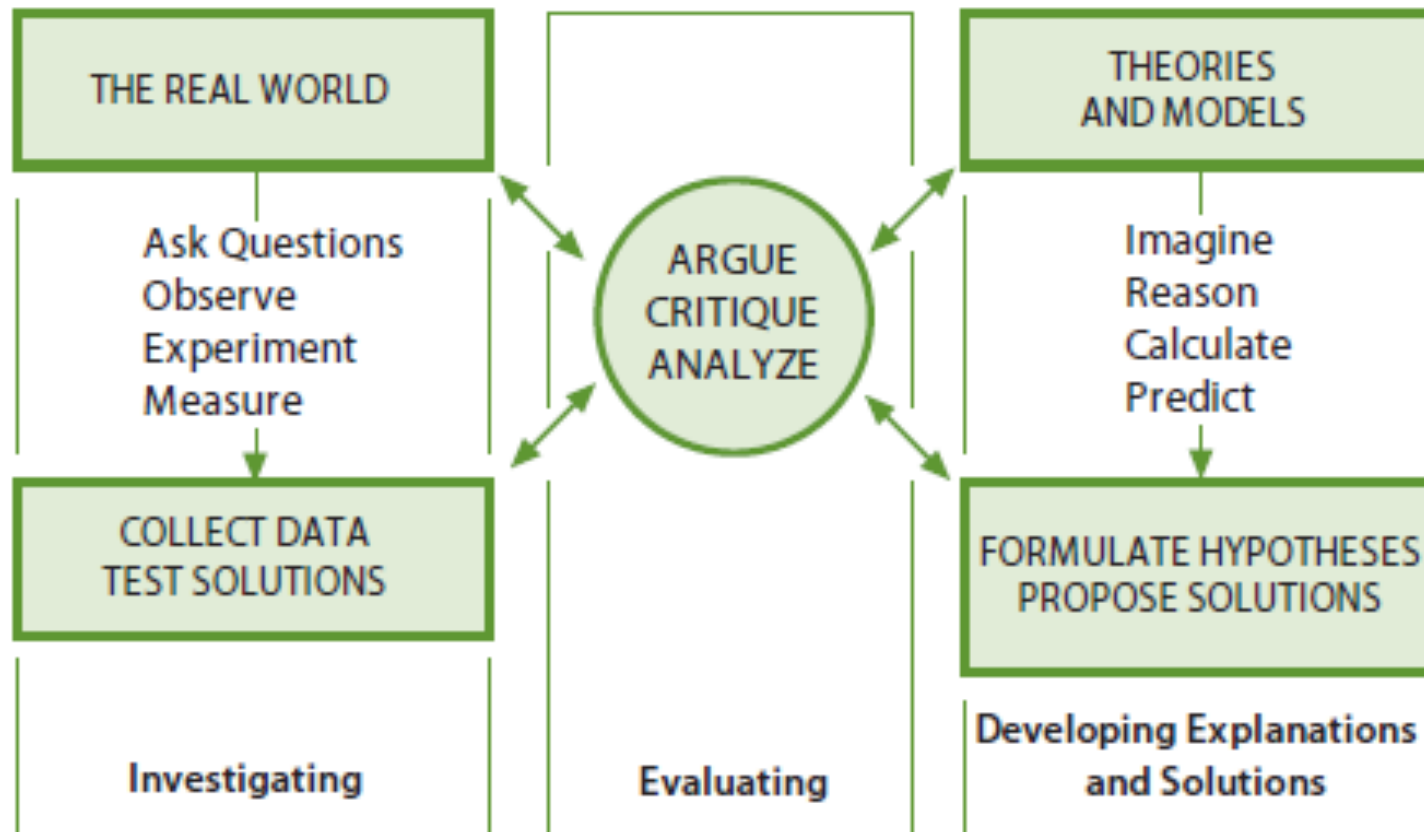
Важно понять откуда берутся факты, как их доказать, иначе произойдёт изолирование и искажение научных и инженерных знаний.

Как работают учёные

Два подхода:

1. минимизировать тенденцию к сведению научной практики к единственному набору процедур, таких как определение и контролирование переменных, классификация и определение источников ошибок
2. сфокусироваться на практиках, избегая ложного представления, что существует общий подход ко всей науке. **Неопределённость- универсальный атрибут науки**

Как практики интегрированы в исследование и проектирование



Чем различаются инженерия и наука

Основаны на креативном процессе и никогда не используют только один метод

Цель науки развить набор согласованных и взаимодостаточных теоретических описаний мира, что может обеспечить объяснения широкого круга явлений

Цель инженерии- решить конкретные потребности человечества

1 Практика: задавать вопросы и выявлять проблемы

Научные вопросы:

- что существует и что происходит?
- почему это происходит?
- как это можно узнать?

Инженерные вопросы:

- Что можно сделать для решения конкретных потребностей человека?
- Каким образом потребности могут быть лучше определены?
- Какие инструменты и технологии доступны, или могут быть разработаны для решения данной проблемы?

Научные и инженерные вопросы:

Как можно связать явления, доказательства, объяснения и инженерные решения?

Цели:

• Спрашивать вопросы о естественном и рукотворном мире. **Например :**
почему существуют времена года? Что делают пчёлы? Почему структура разрушается?

Как генерировать электроэнергию?

- Разделять научный вопрос (**почему гелиевые шары поднимаются**) от ненаучного (**какой из этих цветных шаров самый красивый**)
- Формулировать и уточнять вопросы, на которые можно ответить эмпирически в классе и использовать их для планирования исследования или конструирования прагматичного решения
- Обращать внимание на функции, шаблоны и противоречия в наблюдениях и задавать вопросы о них.
- Для инженерии, задавать вопросы о нуждах или желаниях для того, чтобы определить ограничения и технические задания.

Практика 2:развивать и использовать модели

Цели:

- Рисовать чертежи или схемы как представления событий или систем.

Например: нарисовать насекомое с подписью деталей, представить, что происходит в луже, когда её нагревает солнце, или представить простую физическую модель реального объекта и использовать её как основу для объяснения или предсказания поведения системы в особой среде

- Представлять и объяснять явления с множественными типами моделей.

Например, представить молекулы 3D моделями или диаграммами связей-и двигаться плавно между типами моделей в зависимости от того какая из моделей более полезна для достижения цели

- Обсуждать пределы и точность модели как представление системы, процесса, или конструкции и предложить способы, в которых модель может быть улучшена

- Использовать комп. вычисления или моделирование простыми инструментами, в качестве средства для понимания и исследования аспектов системы, особенно тех, что не всегда видны невооружённым глазом.

- Сделать и использовать модель для тестирования проекта или его аспектов и сравнить эффективность различных инженерных решений

Практика 3: планировать и выполнять исследования

Цели:

- Сформулировать вопрос, который может быть исследован в рамках класса, школьной лаборатории или территории с доступными ресурсами и при необходимости сформулировать гипотезу, основываясь на модели или теории
- Решить какие данные должны быть собраны, какие инструменты необходимы, чтобы сделать сбор и какие измерения будут записаны
- Решить сколько данных необходимо, чтобы получить надёжные измерения и рассмотреть несколько ограничений на точность данных
- Планировать экспериментальные или исследовательские процедуры, выявляющие соответствующие независимые и зависимые переменные и при необходимости проводить контроль
- Рассмотреть возможные вмешивающиеся факторы или эффекты и убедиться, что конструкция исследования контролирует их

Практика 4: анализировать и интерпретировать данные

Цели:

- Анализировать данные систематически, либо искать характерные шаблоны, проверить согласуются ли данные с исходной гипотезой
- Знать когда данные находятся в противоречии с ожиданиями и что необходимо внести изменения в первоначальную модель
- Использовать электронные таблицы, базы данных, диаграммы, графики, статистику, математику и информационно-компьютерные технологии для сбора, обобщения и отображения данных и изучить связи между переменными, особенно входными и выходными
- Сделать заключение, которое может быть выведено из некоторого набора данных, используя соответствующие математические и статистические техники
- Знать закономерности в данных, которые определяют отношения между ними. Различают причинные и корреляционные отношения.
- Сбор данных из физ. моделей и анализ эффективности решения при различных условиях

Практика 5: использовать математику и комп. мышление

Цели:

- Узнать размерность величин и использовать соответствующие единицы при написании мат-их формул и построении графиков
- Выразить отношения и величины в соответствующих мат-их или алгоритмических формах для научного моделирования или исследований
- Знать что комп. моделирование построено на мат-их моделях, включающих основные предположения о явлениях или изучаемых системах
- Использовать тестирование мат-их выражений, компьютерные программы или моделирование- сравнить результаты с тем, что известно в реальном мире, чтобы увидеть, что они имеют смысл
- Использовать соответствующий уровень понимания мат-ки и статистики в анализировании данных

Практика 6: Конструировать объяснения и решения

Цели:

- Строить свои собственные объяснения явлений, использующие знания, принятые научной теорией
- Использовать первичные и вторичные научные данные и модели, чтобы подтвердить или опровергнуть объяснительную силу явления
- Предлагать причинные объяснения, соответствующие уровню их научного знания
- Выявлять пробелы или слабости в объяснительной силе.

В инженерии студенты должны иметь возможность:

- Решать проблемы проектирования надлежащим применением своих научных знаний
- Проводить проекты, участвуя во всех шагах цикла и производства плана, который соответствует определённым критериям
- Проектировать устройство или реализовать инженерное решение
- Оценивать и критиковать конкурирующие инженерные решения, основанные на совместно разработанных и согласованных критериях проекта

Практика 7: Заниматься аргументированием доказательств

Цели:

- Применять научные аргументы, показывающие, как данные подтверждают требования
- Выявлять возможные слабые места в научных аргументах, соответствующих научным знаниям студентов и обсудить с их помощью рассуждения и доказательства
- Выявлять недостатки в их собственных аргументах, модифицировать и улучшить их в ответ на критику
- Знать, что основные признаки научного рассуждения - это требования данные и причины
- Объяснять природу противоречий в развитии данной научной идеи, описывать дискуссии вокруг её создания и указать почему одна теория успешней другой
- Знать какие требования к знаниям предъявляют научные сообщества сегодня и сформулировать достоинства и недостатки экспертной оценки и необходимость в независимом повторении критических исследований
- Читать СМИ о науке и технике с критической точки зрения, чтобы выявить их сильные и слабые стороны

Практика 8: Получать, оценивать и связывать информацию

Цели:

- Использовать слова, таблицы, диаграммы и графики (в бумажном или электронном виде), а также математические выражения
- Читать научные и инженерные тексты, включая таблицы, диаграммы и графики, соответствующие научному знанию и объяснять ключевые идеи
- Знать основные особенности научного и инженерного письма и речи и быть в состоянии воспроизводить написанный и иллюстрированный текст или устную презентацию, чтобы сообщать о своих собственных идеях и достижениях
- Участвовать в критическом чтении первичной научной литературы или сообщений СМИ о науке и обсуждать обоснованность и надёжность данных, гипотез и выводов.

Пример ожидаемых результатов

- На компонентах одной из основных идей физики

Структура и свойства вещества

	By the End of Grade 2	By the End of Grade 5	By the End of Grade 8	By the End of Grade 12
Tasks	<p>Students support claims as to whether something is a solid or a liquid by providing descriptive evidence.</p> <p>Note: It is inappropriate at this grade level to use a material, such as sand, that is made of visible scale particles but flows as the test material for this question. Test examples should be readily classifiable.</p>	<p>Students provide strategies for collecting evidence as to whether matter still exists when it is not visible.</p>	<p>Students create atomic and molecular models to explain the differences between the solid, liquid, and gaseous states of a substance.</p>	<p>Students first develop models that describe a neutral atom and a negative or positive ion. They then use these models to describe the similarities and differences between the atoms of neighboring elements in the periodic table (side by side or one above the other).</p>
Criteria	<p>Descriptive evidence that a material is a solid would include the object's definite shape; for a liquid it would be that the material takes the shape of the container or that the material flows to the lowest part of the container.</p>	<p>Design includes ways to measure weight with and without an invisible material (gas or solute) present. For example, weighing the same container with different amounts of air, such as an inflated and deflated balloon or basketball; or weighing pure water and sugar before and after the sugar is dissolved in the water. (At this level, detail is not expected on how food is actually used to provide energy.)</p>	<p>The model should show that atoms/molecules in a solid (1) are close together, (2) are limited in motion but vibrate in place, and (3) cannot move past or around each other and thus are fixed in relative position. The model should also show that atoms/molecules in a liquid (1) are about as close together as in a solid, (2) are always disordered, (3) have greater freedom to move than in a solid, and (4) can slide past one another and move with a range of speeds. Finally, the model should show that atoms/molecules in a gas (1) are much farther away from each other than in solid or liquid form, (2) are always disordered, (3) move freely with a range of speeds, and (4) sometimes collide with each other or the container's walls and bounce off.</p>	<p>The models should show that the atom consists of an inner core called the nucleus, which consists of protons and neutrons; that the number of protons in the nucleus is the atomic number and determines the element; that the nucleus is much smaller in size than the atom; that the outer part of the atom contains electrons; that in a neutral atom, the number of electrons matches the number of protons (because protons and electrons have an opposite electric charge); and that ions have an additional or a "missing" electron.</p> <p>Different isotopes of a given element have different numbers of neutrons, but in all stable cases the number of neutrons is not very different from the number of protons.</p> <p>The electrons occupy a set of "layered" states, with a given number allowed in each of the first few layers. (Details of orbitals and reasons behind the counting of states are not expected.) The "outermost" position of the electrons corresponds to the least strongly bound electrons. The filling level of the outermost layer can be used to explain chemical properties and the types of ions most readily formed.</p> <p>Atoms side by side in the periodic table are close to each other in mass and differ by one in their numbers of protons. They have different chemical properties.</p> <p>Atoms above or below the other in the periodic table have similar chemical properties but differ significantly in mass and atomic number.</p>

Структура и свойства вещества

	By the End of Grade 2	By the End of Grade 5	By the End of Grade 8	By the End of Grade 12
Practices	Argumentation (e.g., using criteria for solids and liquids to make the case that a substance is one or the other).	Designing investigations.	Modeling Developing evidence-based explanations.	Modeling
Crosscutting Concepts	Patterns (a great diversity of solid and liquid materials exist, but certain features are similar for all solids and all liquids).	Matter cycles and conservation.	Cause and effect: Changing the temperature causes changes in the motion of particles of matter. Systems and system models: Students model substances as systems composed of particles.	Structure and function: Atoms have structures that determine the chemical behavior of the element and the properties of substances. Patterns, similarity, and diversity: The periodic table can be used to see the patterns of chemical behavior based on patterns of atomic structure.
Disciplinary Ideas	Different kinds of matter exist (e.g., wood, metal, water). Solids and liquids have different properties, which can be used to sort them. Some substances can be either solid or liquid, depending on the temperature. Substances can be observed, weighed, and measured in other ways.	Matter of any type can be subdivided into particles (tiny pieces) that are too small to see, but even then the matter still exists and can be detected by other means (such as through its effects on other objects). Gases are matter in which the gas particles are moving freely around in space and can be detected by their impacts on surfaces (e.g., of a balloon) or on larger and visible objects (wind blowing leaves, dust suspended in air). The amount (weight) of matter is conserved when it changes form, even in transitions in which it seems to vanish (e.g., sugar in solution).	Gases and liquids are made of molecules or inert atoms that are moving about relative to each other. In a liquid, the molecules are constantly in contact with others; in a gas they are widely spaced except when they happen to collide. In a solid, atoms are closely spaced and may vibrate in position but do not change relative locations. Solids may be formed from molecules or may be extended structures with repeating subunits (e.g., crystals, metals). The changes of state that occur with changes of temperature or pressure can be described and predicted using these three models (solid, liquid, or gas) of matter. (Predictions here are qualitative, not quantitative.)	Each atom has a charged substructure consisting of a nucleus (made from protons and neutrons) surrounded by electrons. The periodic table orders elements by the number of protons in the atom's nucleus and places those with similar chemical properties in columns. The repeating patterns of this table reflect patterns of outer electron states.