

**Заключение.** В ходе исследования было выявлено, что школьники справляются с заданиями по топологии, а наиболее эффективной формой проведения курса является проектная технология. При создании продуктов проектной деятельности учащиеся осваивали основные топологические понятия: непрерывность, двумерные многообразия, ориентируемость/неориентируемость, связность, открытость/замкнутость и пр.

1. Казун А.П., Пастухова, Л. С. Практики применения проектного метода обучения: опыт разных стран // Образование и наука. 2018. № 2. С. 32–59.
2. Линькова, Н.П. К вопросу о пространственном мышлении. Материалы сборника «Вопросы психологии способностей школьников». – М.: Наука, 1964. – 167 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ LSTM-СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСА АКЦИЙ

*Сандюк А.А.,*

*магистрант ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь*

Научный руководитель – Корчевская Е.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Прогнозирование курса ценных бумаг и, в частности, акций является одной из основных задач финансового анализа. Качество прогнозов напрямую влияют на доходность портфельных инвестиций и, как следствие, на благосостояние инвесторов. В последнее время для осуществления прогнозирования всё чаще применяются методы машинного обучения. Среди них особой популярностью пользуются нейронные сети.

LSTM (Long short-term memory; долгая краткосрочная память) является одним из видов архитектуры рекуррентных нейронных сетей. Особенность данной архитектуры заключается в способности к обучению долговременным зависимостям, что объясняется возможностью передачи состояния отдельной ячейки по цепочке модулей сети. Для управления состоянием ячейки, как правило, используются входной фильтр и фильтр забывания. Фильтр забывания управляет тем, какую информацию прошлого состояния не учитывать в текущей ячейке, в то время как входной фильтр определяет данные для записи [1]. Применение данной архитектуры в целом позволяет более точно прогнозировать стоимость акций, что является важным не только для исследователя, но и для любого человека, который занимается торговлей на фондовом рынке.

Целью исследования является создание нейронной сети с LSTM архитектурой для прогнозирования курса акций.

**Материал и методы.** Материалом исследования являются данные за 2012–2019 гг. о котировках акций EPAM Systems Inc, при этом для обучения использовались данные за 2012–2018 гг., а для тестирования – 2019 г. [2]

Для построения нейронной сети, прежде всего, использовалась библиотека Keras, из которой импортировались модули: Sequential – для инициализации нейронной сети, Dense, LSTM – для добавления двух полносвязных слоёв и двух LSTM-слоёв, Dropout – для применения метода прореживания, который препятствует переобучению. В качестве алгоритма оптимизации применялся алгоритм Adam, а нормализации данных проводилась функция MinMaxScaler из библиотеки Scikit-learn.

**Результаты и их обсуждение.** В результате применения LSTM-сети к данным котировок акций EPAM Systems был построен прогноз на 2019 год, который показан на рисунке 1. Исходя из графика видно, что модель в целом работает корректно. Это подтверждается и коэффициентом детерминации, значение которого составляет 0,9655.

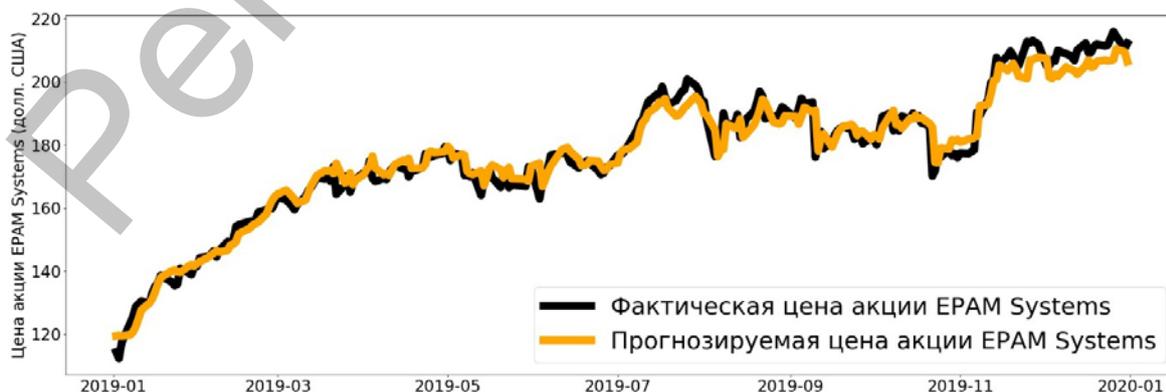


Рисунок 1 – Динамика курса акций EPAM Systems.

Было выявлено, что на основе LSTM-сети можно построить инвестиционную стратегию более эффективную, чем покупка исходя из предположения, что акции, которые выросли в цене в прошлом, продолжат расти. Так, доходность LSTM-стратегии, которая находилась в диапазоне от 42,05 % до 102,31 %, достаточно часто превышала доходность данной стратегии – 47,57 %. Однако LSTM-стратегия может оказаться хуже самой простой стратегии – покупки и удержания ценной бумаги до окончания периода, доходность по которой в 2019 г. составила 85,58 %.

Следует отметить, что при росте количества эпох (итераций) возрастает и точность работы нейронной сети (таблица 1). Так, коэффициент детерминации за период обучения возрос на 0,2672 и достиг максимума 0,9664 (при количестве эпох – 800). При этом доходность LSTM-стратегии может не в полной мере зависеть от точности прогноза. К примеру, доходность при значении коэффициента детерминации 0,6992 может быть выше на 11,14 п. п., чем при значении 0,9109. Это объясняется тем, что на доходность существенное влияние оказывает не близость прогнозируемого и фактического значения цены, а совпадение их направления по сравнению с предыдущим фактическим значением.

Таблица 1 – Результаты работы нейронной сети

Количество эпох	100	200	300	500	750	800	1000	1200
Коэффициент детерминации	0,6992	0,8108	0,9109	0,958	0,9581	0,9664	0,9612	0,9655
Доходность, %	53,19	49,42	42,05	42,93	101,48	78,36	75,3	102,41

**Заключение.** Таким образом, при прогнозировании динамики курса акций возможно использование LSTM архитектуры нейронной сети. Однако, вопрос её применения при построении эффективной инвестиционной стратегии требует дальнейшего изучения.

1. Долгая краткосрочная память [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D1%8C](https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%94%D0%BE%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B0%D0%BC%D1%8F%D1%82%D1%8C). Дата доступа: 24.02.2020.
2. EPAM Systems, Inc. (EPAM) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://finance.yahoo.com/quote/EPAM/history?p=EPAM>. – Date of access: 24.02.2020.

## МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ МАТЕМАТИКИ КАК ОСНОВА ИНТЕГРИРОВАННЫХ УРОКОВ В ШКОЛЕ

*Слинчак А.А.,*

*магистрант 1 курса, ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»,  
г. Псков, Российская Федерация*

Научный руководитель – Соловьева Т.А., доктор пед. наук, профессор

Применение межпредметных связей при обучении является важным компонентом повышения эффективности процесса обучения, повышает заинтересованность обучающихся в изучении тех дисциплин, материал которых используется, осуществляет интеграцию учебных дисциплин, показывая применение одних и тех же закономерностей в различных научных областях, выстраивает единую научную картину мира, вносит вклад в формирование научного мировоззрения.

Цель исследования: установить межпредметные связи школьного курса математики с физикой, биологией, химией и создать содержательную базу для разработки интегральных уроков естественнонаучного содержания.

**Материал и методы.** Нами проанализировано содержание школьных учебников по математике, физике, химии, биологии для 10–11 классов для выделения учебного материала, который может стать основой интегрированных уроков.

**Результаты и их обсуждение.** В результате анализа содержания школьных учебников нами выявлен достаточно обширный материал по физике, химии, биологии, где активно используется математический аппарат. Прокомментируем некоторые темы математики, которые используются на других дисциплинах. Тема «Действительные числа» применяется при изложении основами молекулярно-кинетической теории: при введении с понятием о величине и измерении, массы молекул и атомов, определении расстояний до небесных тел на основе измерения параллакса, вычислении ошибки при измерении, определении точности, правилах вычисления погрешности. Тема «Функции и их свойства» применяется в физике при изучении графиков тепловых процессов и деформации, закона радиоактивного распада и периода полураспада. Кроме этого, функции используются в химии при изучении графиков, отражающих за-